

CARACTERIZACIÓN DE LA RED LOGÍSTICA DE LA EMPRESA MINERALEX
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE PAZ DEL RIO- BOYACÁ

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ADMINISTRADOR INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

2018

CARACTERIZACIÓN DE LA RED LOGÍSTICA DE LA EMPRESA MINERALEX
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE PAZ DEL RIO- BOYACÁ

Estudiante

JESSICA NATALY CASTILLO GONZÁLEZ

Cód. 201310936

Director

ING. ERIKA TATIANA RUIZ ORJUELA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

2018

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecerle a Dios por permitirme terminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida; a mis padres Julio Cesar Castillo y Carmen Rosa González por acompañarme en cada momento de mi carrera, por apoyarme en las dificultades presentadas en el transcurso de esta; a mi directora Erika Tatiana Ruiz por los conocimientos aportados en el transcurso del desarrollo del proyecto; al Gerente general de la empresa Mineralex Ltda. Víctor Manuel Torres por permitirme aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de mi carrera en su organización y finalmente a los integrantes del Grupo de investigación en innovación y desarrollo productivo (GRINDEP) por los aportes a mi vida personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

1..RESUMEN.....	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
4. OBJETIVOS.....	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	12
5. JUSTIFICACIÓN.....	13
6..MARCO TEÓRICO	15
Marco Conceptual	15
Marco de referencia.....	17
7.METODOLOGÍA	23
Diseño Metodológico	23
Fuentes de información	24
Instrumentos de recolección de información	24
8. DIAGNÓSTICO INICIAL.....	25
8.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	25
8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LOGÍSTICO.....	27
8.2.1 APROVISIONAMIENTO	27
8.2.2 PRODUCCIÓN	28
8.2.3 DISTRIBUCIÓN.....	29
8.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS LOGÍSTICOS	30
8.5 ANÁLISIS DEL PROCESO.....	31

8.5.1 ANÁLISIS FODA.....	31
8.5.2 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	32
9. FACTORES CLAVES DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	34
9.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL CARBÓN	34
9.1.1 UPSTREAM.....	35
9.1.2 MIDSTREAM.....	35
9.1.3 DOWNSTREAM	36
9.2 FACTORES CLAVES DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	37
10. DISEÑO DE LA RED LOGÍSTICA	45
10.1 CONSTRUCCIÓN DE LA RED ACTUAL.....	45
10.1.1 RUTAS.....	45
10.2 PROPUESTA DE MEJORA DE RUTAS Y REDES DE TRANSPORTE.....	50
11. SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS	54
12. CONCLUSIONES	56
13. RECOMENDACIONES	57
14. BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1, Tipos de carbón.....	26
Tabla 2, Ficha técnica campana de secado.....	30
Tabla 3, Análisis FODA de la empresa Mineralex Ltda.....	31
Tabla 4, Software mineros de chile.....	39
Tabla 5, Implementación de las mejores prácticas en Mineralex Ltda.....	44
Tabla 6, Indicadores de desempeño logístico.....	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1, Participación del PIB minero en el PIB nacional.....	13
Ilustración 2, Entrada a la mina	27
Ilustración 3, Patios de acopio	28
Ilustración 4, Vehículo de transporte	29
Ilustración 5, Rutas actuales Mineralex.....	45
Ilustración 6, Ruta Mineralex - Centro de acopio Milpa	46
Ilustración 7, Ruta Centro de acopio Milpa- Socha	46
Ilustración 8, Ruta Centro de acopio Bulktrading – Socha	47
Ilustración 9, Ruta Centro de acopio Bulktrading - Paz de rio	47
Ilustración 10, Ruta Centro de acopio Bulktrading – Sogamoso	48
Ilustración 11, Ruta Centro de acopio Bulktrading – Cucuta	48
Ilustración 12, Ruta Centro de acopio Milpa – Barranquilla	49
Ilustración 13, Nuevo mapa ofrecido por AnyLogistix	50
Ilustración 14, Nueva ubicación del centro de acopio	51
Ilustración 15, Datos de costos software AnyLogistix.....	52
Ilustración 16, Nueva tabla de costos.....	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de aprovisionamiento	61
Anexo 2. Caracterización del proceso de aprovisionamiento del carbón.....	63
Anexo 3. Diagrama de flujo del proceso de producción	65
Anexo 4. Caracterización del proceso de producción del carbón	67
Anexo 5. Diagrama de flujo del proceso de distribución	69
Anexo 6. Caracterización del proceso de distribución del carbón	70
Anexo 7. Ficha técnica cargador de ruedas pequeño 930k cat	72
Anexo 8. Ficha técnica balanza	76
Anexo 9. Ficha técnica multidetector de gases.....	78
Anexo 10. Ficha técnica volqueta doble troqué 20 toneladas	80

1. RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal la caracterización de la red logística de la empresa Mineralex Ltda., esta empresa se dedica a la extracción y venta del carbón en el municipio de Paz de río- Boyacá.

Este estudio presenta una metodología que consta de tres fases, el diagnóstico inicial en el cual se realizaron los debidos diagramas de flujo y las fichas de caracterización de los procesos de la cadena de suministro de la empresa (aprovisionamiento, producción y distribución); la segunda fase consta de la implementación, en la cual se analizaron los componentes y factores claves que se encontraban en la cadena de suministro de la empresa y finalmente en la tercera fase se tomaron los resultado de las etapas mencionadas anteriormente y se realizó la construcción de la red logística mediante la identificación de los nodos.

2. INTRODUCCIÓN

La cadena de suministros de las empresas es de suma importancia, ya que brinda una idea de todos los procesos que se realizan en la empresa y el estado en el que se encuentra, comenzando por la llegada de la materia prima hasta el momento en que el producto llega al consumidor final; esta puede generar múltiples beneficios como lo son la reducción de inventarios en almacén, minimizar los costos que tiene la empresa, una mayor satisfacción del cliente al momento de adquirir el producto que ofrecen, entre otros. (Camacho, Gómez, & Monroy, 2012)

Por su parte Mineralex empresa que será objeto de estudio, se dedica a la explotación y venta de carbón en la zona del norte de Boyacá, no tiene actualmente documentados los procesos que se realizan en su cadena de suministros y por lo tanto no se reconocen las falencias y oportunidades de mejora que deben tener en la empresa.

Por esa razón, este proyecto lo que busca es la caracterización de la red logística de la empresa, todo mediante el cumplimiento de unos objetivos que comenzarán con el diagnóstico inicial, para así poder identificar el estado actual en el que se encuentra la empresa y cuáles pueden ser las oportunidades de mejora; luego se determinarán los factores que componen la cadena de suministros para tener una clara documentación; posteriormente se realizará el mapeo de los nodos de transporte que tiene la empresa para tener claridad en las rutas de distribución que usan y finalmente se diseñarán los indicadores que generaran mejoras internas en la empresa.

Todo lo anterior se realizó mediante un enfoque exploratorio y descriptivo. Todos los datos recolectados de lo anterior son de enfoque mixto ya que son de tipo cualitativo y cuantitativo puesto que son resultados de entrevistas, indicadores, entre otros. El diseño metodológico del proyecto consta de tres fases: diagnóstico inicial, planeación e implementación las cuales se explicaran más a detalle en la Metodología del presente proyecto.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cadena de suministros es uno de los elementos más importantes dentro de cualquier tipo de organización ya que es la que mantiene un control de los procesos logísticos; es decir todo lo que involucra tiempo, costos, calidad, producción, consumo, almacenaje, eliminación y personal. Por ende se puede decir que esta es la que mantiene las empresas a flote. (Camacho et al., 2012)

Estudios como “ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE DISTRIBUCIÓN DE “INVERSIONES AJOVECO S.A.” han identificado factores claves de la cadena de suministros tales como análisis y propuesta de una política de inventarios, desarrollo de un plan de capacitación, diseño y documentación de procesos para la gestión logística, diseño y documentación de procedimientos de soporte para los procesos logísticos, definición y actualización con datos de indicadores para cada proceso de gestión logística, diseño de un procedimiento y aplicación para la evaluación de proveedores. (Gonzalez & Ardila, 2014)

Considerando lo anterior se presenta la necesidad de hacer este estudio en la empresa Mineralex, para así identificar los factores inherentes a la cadena de suministros y tener un control de los mismos, ya que por un déficit de estos, se ven afectados los costos, tiempo, calidad, producción y entre otros aspectos de suma importancia para cualquier organización. Por lo mencionado anteriormente es que la empresa se ha visto en un periodo de estancamiento por aproximadamente 3 años, debido al mal manejo de sus recursos en el momento que el precio del carbón llegó a disminuir tanto que varias empresas se vieron en quiebra.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los factores claves de la cadena de suministro del carbón y cómo se deben incorporar en la red logística de la empresa Mineralex?

4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Caracterizar la red logística de la empresa Mineralex a partir de un análisis de las variables de mayor influencia para mejorar la competitividad.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos logísticos de la empresa Mineralex.
- Identificar los factores claves de la cadena de suministro del carbón en la región de Boyacá.
- Diseñar la red logística utilizando una herramienta ofimática.
- Diseñar un sistema de indicadores que faciliten el control de los procesos logísticos de la empresa.

5. JUSTIFICACIÓN

La participación del sector minero en el PIB total del cuarto trimestre de 2015 fue de 1,88%, llegando a 2,52 billones de pesos, con respecto al cuarto trimestre de los años 2013 y 2014, que reportaron un valor de 2,90 y 2,65 billones de pesos. (Ministerio de Minas y Energía, 2015)

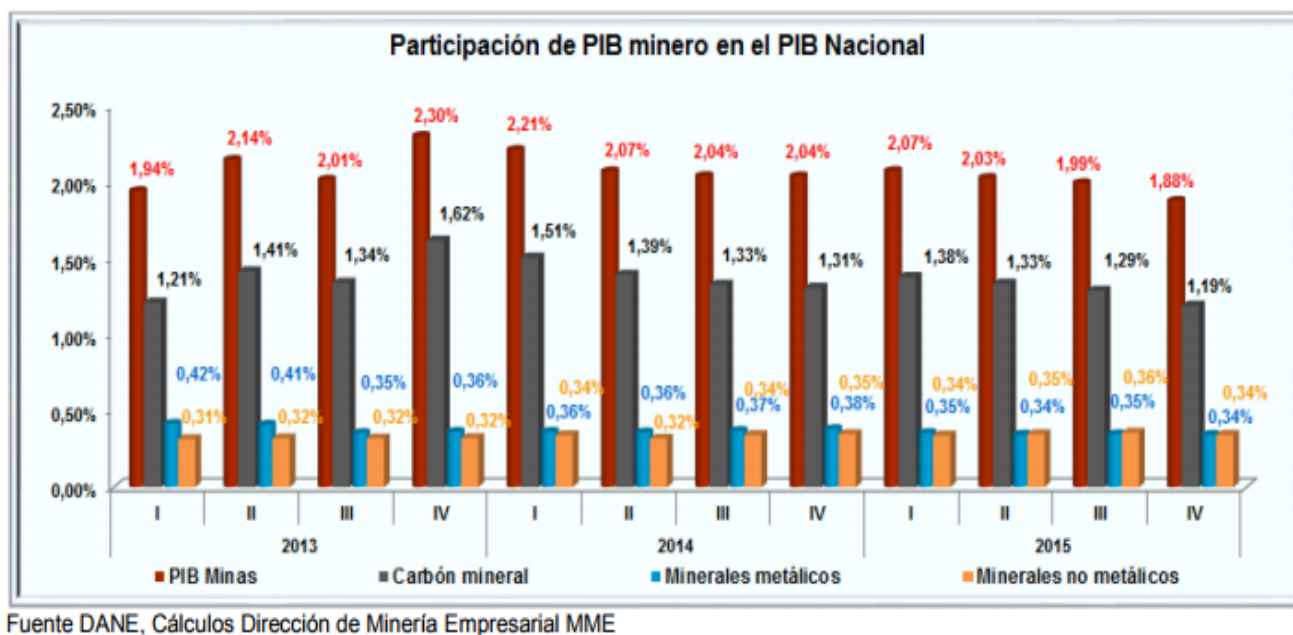


Ilustración 1, Participación del PIB minero en el PIB nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2015)

Por su parte el departamento de Boyacá se encuentra en el tercer lugar con una participación del 3,2% en cuanto a la producción de carbón después del cesar y la guajira. De la misma manera en el plan nacional de desarrollo se observa el ayuda que el gobierno le genera a las empresas mineras para que continúen con su labor y mantengan un crecimiento. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2014)

Según la revista portafolio el PIB en cuanto el carbón para el 2017 va a ser favorable para las empresas colombianas ya que va a generar mayores ingresos a las mismas; por eso al analizar y mejorar la cadena de suministros de la empresa Mineralex va a ocasionar una mayor fluidez en su producción del carbón y en los tiempos de entrega a sus clientes dando como resultado una mayor rentabilidad y una mejora de las falencias que pueda presentar. Con base en lo anterior la

cadena de suministros es de gran importancia dentro de cualquier tipo de empresa, por eso es necesario tener definidos sus procesos logísticos y hacer que la empresa siga compitiendo en el mercado.

La empresa Mineralex Ltda. es generadora de empleo para los habitantes de los municipios aledaños como los son Paz del rio, Socha y Socota. Esta empresa tiene alrededor de 12 trabajadores directos que son todo el personal administrativo y los supervisores que se encuentran en los centros de trabajo; 15 empleos indirectos que casi en su mayoría son los mineros que allí trabajan.

6. MARCO TEÓRICO

Marco Conceptual

La eficacia

Es tener una buena utilización de los recursos con el fin de lograr la realización de una tarea. En pocas palabras es hacer lo correcto. (Fallis, 2013)

La eficiencia

Es dar un buen uso de los recursos al optimizarlos, es aprovechar al máximo los recursos disponibles. En pocas palabras es hacer las cosas bien. (Fallis, 2013)

Estandarización

Aplicación de un parámetro, en este caso a procesos, para hacerlo más eficaz y que cumpla los requisitos de otros procesos, de las normas de calidad, y de los clientes. (Fallis, 2013)

Proceso

Son una serie sistemática de acciones dirigidas al logro de uno o varios objetivos. También se considera como un conjunto de actividades y recursos dirigidos, que convierten una entrada en una salida. (García, Quisque, & Ráez, 2003)

Entradas

Están definidas por las necesidades de las personas y las fuentes de información procedentes tanto de la misma organización como de fuentes externas. (Delgado, 2007).

Salidas

Conclusión del ciclo de vida de la información, donde se hace posible disponer de productos y/o servicios de información con valor añadido. (Delgado, 2007).

Aprovisionamiento

Conjunto de funciones de negocio de planificación, por las que se compra, trafica, controla el inventario, inspecciona la recepción y se rechaza material a disposición o no válido. (Uribe Palomino, 2012)

Cadena de suministro

Se trata de la gestión global de la cadena logística. Desde hace varios años, las empresas están evolucionando hacia un proyecto global de empresa que integra múltiples niveles

operacionales, entre los que destacan: la planificación de las operaciones, el abastecimiento, la fabricación, el pedido y la entrega. (Uribe Palomino, 2012)

Cadena logística

Conjunto de empresas independientes (consideradas los diferentes eslabones de la cadena) que se coordinan para la realización de actividades (abastecimiento, producción y distribución) dirigidas a garantizar la distribución de productos o servicios desde la concepción hasta el final de la vida. (Uribe Palomino, 2012)

Logística

La logística se define como la manipulación de bienes y servicios que requieren o producen las empresas o los consumidores finales, mediante las funciones de transporte, almacenaje y aprovisionamiento y/o distribución de mercancías. (Uribe Palomino, 2012)

Transporte

Es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas (contenido) de un lugar (punto de origen) a otro (punto de destino) en un vehículo (medio o sistema de transporte) que utiliza una determinada infraestructura (red de transporte). (Uribe Palomino, 2012)

Acopio

Se define como la acción y el efecto de acopiar o reunir. Se entiende como el sitio donde se ubican los minerales que se extraen. (MINISTERIO, 2003)

Almacén

Un lugar en superficie o subterráneo, donde se guardan suministros de uso en la operación minera. (MINISTERIO, 2003)

Banda transportadora

En minería, sistema de transporte de productos de la mina y en algunas ocasiones personal, compuesto de una cabeza motriz que arrastra una cinta sin fin cuyos desplazamientos superior e inferior son soportados por unos rodillos sobre una estructura metálica. En longitudes grandes se necesitan tambores que ejercen un estiramiento permanente para mantenerlas en la tensión necesaria. (MINISTERIO, 2003)

Carbón

Roca sedimentaria, de color negro a negro pardo, de fácil combustión, que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de material carbonoso incluida la humedad

inherente. Formada a partir de la compactación y el endurecimiento por calor y presión, de restos de plantas químicamente alteradas y carbonizadas, durante el tiempo geológico(MINISTERIO, 2003)

Clasificación (beneficio)

Operación de separación de los componentes de una mezcla de partículas de minerales en dos o más fracciones de acuerdo con su tamaño, forma y densidad. Cuando se realiza en medio húmedo, la operación también depende de las propiedades del fluido en el que se encuentran las partículas, y de las características geológicas de la pulpa. (MINISTERIO, 2003)

Exploración

Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. (MINISTERIO, 2003)

Marco de referencia

Cadena de abastecimiento

Según Garza y Barragán la Cadena de Suministro es la red de organizaciones conectadas e interdependientes trabajando juntas en forma cooperativa para controlar, manejar y mejorar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta los usuarios finales. El tiempo que lleva terminar un producto depende en gran parte del suministro de materias primas, de elementos de ensamblaje o de piezas sueltas en todos los niveles de la cadena de producción. El término "cadena de suministro" hace referencia a todos los eslabones de esa cadena (Proveedores, transporte, empresa, clientes y comunicación).

Los objetivos de la Cadena de Suministro son: proveer un adecuado servicio al consumidor final, entrega de productos en forma confiable y oportuna (tiempo, lugar y calidad), capacidad de entrega de la variedad de productos necesaria (diferente gestión cada producto), balance adecuado, aumentar la capacidad de los participantes para tomar decisiones, formular planes y delinear la implementación de una serie de acciones. (Garza Mora & Barragan Codina, 2012)

Upstream, Midstream y Downstream.

La industria petrolera incluye procesos globales de exploración, extracción, refino, transporte (frecuentemente a través de buques petroleros y oleoductos) y mercadotecnia de productos del petróleo. Los productos de mayor volumen en la industria son combustibles y gasolina. El petróleo es la materia prima de muchos productos químicos incluyendo productos farmacéuticos, disolventes, fertilizantes, pesticidas y plásticos. Esta industria puede relacionarse con las cadenas de suministro o abastecimiento que generalmente poseen las empresas y a diferencia de la cadena de abastecimiento en la cual se maneja aprovisionamiento, producción y distribución, en la industria petrolera se utilizan el Upstream, Midstream y Downstream.

1."Upstream": Exploración y producción.

Este sector incluye las tareas de búsqueda de potenciales yacimientos de petróleo crudo y de gas natural, tanto subterráneos como submarinos, la perforación de pozos exploratorios, y posteriormente la perforación y explotación de los pozos que llevan el petróleo crudo o el gas natural hasta la superficie.

2."Midstream": Transporte, procesos y almacenamiento.

El sector midstream incluye el transporte, ya sea por tuberías, ferrocarril, barcaza, o camión, el almacenamiento y la comercialización al por mayor de productos crudos o refinados derivados del petróleo. Ductos y otros sistemas de transporte pueden ser utilizados para trasladar petróleo crudo desde los sitios de producción a las refinerías y entregar los diversos productos refinados a los distribuidores del downstream. Las redes de gasoductos de gas natural recolectan gas de las plantas de procesamiento de gas natural y lo transportan hasta los consumidores downstream, como son las empresas de servicios públicos locales.

Las operaciones midstream generalmente incluyen algunos elementos de los sectores upstream y downstream. Por ejemplo, el sector midstream puede incluir plantas de procesamiento de gas natural que purifican el gas natural crudo, y remueven y producen azufre elemental y gas natural líquido como productos terminados.

3."Downstream": Refino, venta y distribución.

El sector downstream se refiere comúnmente a las tareas de refinamiento del petróleo crudo y al procesamiento y purificación del gas natural, así como también la comercialización y distribución de productos derivados del petróleo crudo y gas natural. El sector downstream llega hasta los consumidores con productos tales como gasolina, querosén, combustibles aeronáuticos, diésel, fueloil, lubricantes, ceras, asfalto, gas natural, y gas licuado del petróleo así como también cientos de petroquímicos. (Group, 2018)

Herramienta Ofimática

Las herramientas de ofimática son un conjunto de técnicas, aplicaciones y programas informáticos que se utilizan en funciones de oficina para optimizar, automatizar y mejorar los procedimientos y tareas relacionados. Esas herramientas (procesador de texto, hoja de cálculo, presentaciones, agenda...) suelen presentarse en paquetes de programas conocidos como “suites de oficina u ofimática”. En la actualidad las suites ofimáticas dominantes en el mercado son, por parte del software pagado, Microsoft Office, la cual posee sus propios formatos cerrados de documentos para cada uno de sus programas. Respecto al software libre, está Open Office, desarrollado por Sun Microsystems, también con un formato para cada programa, pero de código abierto. Es habitual que al comprar un ordenador, este ya venga con una suite de ofimática pre instalada en él (generalmente Microsoft Office), comprándose las licencias en el mismo momento de adquirir el ordenador.

En el proyecto realizado por Ortiz (2005) se pueden identificar los diferentes procesos llevados a cabo por la empresa AGROCOAL S.A.S. dedicada a la explotación y comercialización de material de carbón; su eje principal es la creación de un manual de procesos y procedimientos, y al completar una de las partes del proyecto se realizó la clasificación de los procesos, se enfatizó en identificar factores importantes, donde se captaron puntos a controlar. Con lo que se pudo formular los indicadores que permitirán medir factores claves para definir las causas de problemas, con lo que se podrá tomar acciones correctivas sobre las posibles causas.

Se obtuvieron factores como:

- Conformidad del producto.
- Trabajo de calidad y cumplimiento

- Cliente satisfecho
- Rendimiento de mano de obra, equipos y maquinas (ORTIZ, 2015)

En el proyecto ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE DISTRIBUCIÓN DE “INVERSIONES AJOVECO S.A.” Realizado por González & Ardila (2014) con el análisis realizado se propuso un plan de mejoramiento priorizado, es decir organizado según la importancia para la empresa con base en los criterios de satisfacción del cliente y facilidad de realización. Esta prioridad en el plan también facilitó que los practicantes realizaran las acciones más importantes dentro del tiempo establecido para su trabajo académico y a la vez quedara un aporte para que fuese continuado por la empresa. Dentro de los avances en el plan priorizado que lograron los practicantes se tienen: análisis y propuesta de una política de inventarios, desarrollo de un plan de capacitación, diseño y documentación de procesos para la gestión logística, diseño y documentación de procedimientos de soporte para los procesos logísticos, definición y actualización con datos de indicadores para cada proceso de gestión logística, diseño de un procedimiento y aplicación para la evaluación de proveedores. (Gonzalez & Ardila, 2014)

Por otra parte Gómez, Acevedo & Pardillo (2012) para la realización de su estudio, tomaron el Grupo Ejecutivo de Perfeccionamiento Empresarial (GEPE) el cual seleccionó una muestra representativa de empresas que se encuentran en el proceso de Perfeccionamiento Empresarial en la provincia La Habana. Dicha muestra resultó estadísticamente significativa, lo cual fue comprobado a través de la aplicación de la teoría de muestreo dando como resultado que el nivel de desempeño aceptable o bueno en Logística y Gestión de las Cadenas de Suministro se alcanza cuando se cumplen los modelos de referencia como mínimo en un 75 %. (Gómez, Acevedo, Pardillo, & Lopez, 2013)

Por lo que respecta a Uribe (2012) en su proyecto CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA DE LA CIUDAD DE CALI la logística de transporte terrestre es un proceso que involucra el control de los distintos elementos de la cadena de abastecimiento, desde la producción hasta la entrega en el lugar de consumo. Básicamente, las empresas de transporte de carga tienen como meta cumplir la función de entrega mediante los estatutos y normas que rigen el comercio, la demanda de bienes de consumo, y la maximización de utilidades para sus propietarios.

Esta es una investigación que se llevó a cabo en el sector de carga terrestre en la ciudad de Santiago de Cali, con el propósito de realizar una caracterización que permitiera visualizar el estado actual del sector, identificando las falencias y problemáticas. En primera instancia y de conformidad al desarrollo del proyecto, se examinaron las diferentes empresas del gremio transportador terrestre de carga que resultaron más representativas para dar inicio al proceso de caracterización. Se utilizaron técnicas estadísticas para determinar la muestra poblacional idónea. (Uribe Palomino, 2012)

Gutiérrez, Galvis & López (2013) presentan un diagnóstico de la gestión logística de las instituciones habilitadas por el Ministerio de Salud y Protección Social para la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria (HHC) en el Valle del Cauca, Colombia. El objetivo es caracterizar cómo los proveedores de HHC toman las decisiones logísticas asociadas con el proceso de prestación del servicio, e identificar oportunidades de mejoramiento e investigación. El diagnóstico se construyó mediante la aplicación de una encuesta semi-estructurada que evaluó 6 ejes de trabajo y el grado de madurez de los procesos de servicio. Los resultados muestran que se requiere una gestión más integral de las decisiones logísticas, apoyada en el conocimiento del perfil epidemiológico y demográfico de la población atendida. (Gutiérrez et al., 2014)

Según Pires (2007) la Cadena de Abastecimiento es el conjunto de todos los procesos que involucran a los proveedores y sus clientes y conectan empresas desde la fuente inicial de materia prima hasta el punto de consumo del producto acabado. Por lo anterior Briceño (2012) decidió realizar una investigación con el fin de caracterizar la cadena de abastecimiento y realizar una propuesta de desarrollo de proveedores en las pymes de la industria de la comunicación gráfica impresa en Colombia, teniendo en cuenta que este sector no ha logrado una óptima organización y planeación, con el fin de realizar un aporte teórico para que logre mejorar en competitividad, asociatividad, calidad en procesos y productos. (Briceño, 2012)

Muñoz (2014), en su investigación titulada “DISEÑO DE RED LOGISTICA INTERNACIONAL PARA EL ENVIO DIRECTO DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES ENTRE DISTRIBUIDORES” nos muestra un modelo que busca disminuir el tiempo de respuesta en el proceso de despacho, teniendo en cuenta los requerimientos y disponibilidad de equipos en cada país objeto de análisis. A través de la utilización de herramientas de ingeniería y logística aplicada, se describe el proceso de diseño,

estructurando el aprovisionamiento de equipos, garantizando el envío desde la bodega matriz hasta los distribuidores, así como el intercambio entre estos. La optimización de este proceso, permitió reducir el tiempo de respuesta un 43.31%, impactando en la productividad y eficiencia de atención a las diferentes geografías, manteniendo el stock mínimo, coordinando e integrando las condiciones de operación, de tal forma que se responda eficazmente ante las necesidades del cliente final. (Muñoz, 2014)

En el trabajo de grado “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE RETAIL, A TRAVÉS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y EL REDISEÑO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO, ALISTAMIENTO Y DESPACHO” realizado por Martínez (2009) se pudo observar que los procesos actuales del centro de distribución poseen falencias en los procesos de alistamiento y despacho de mercancía, reflejadas en retrasos de 2 días en la liberación de las transferencias generadas diariamente por el cliente, resultado del cuello de botella existente en el picking de mercancía, que no permite el cumplimiento en los tiempos de respuesta acordados. (Flórez Martínez, 2009)

7.METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación se tomó de la siguiente manera: exploratorio, ya que se realizó una búsqueda en bases de datos, documentos en físico de las bibliotecas de la universidad y documentos públicos; descriptiva, porque se tomaron datos de la empresa para así realizar unos análisis e igualmente identificar factores claves de la misma y finalmente lograr caracterizarlos. Todos los datos recolectados de lo anterior son de enfoque mixto ya que son de tipo cualitativo y cuantitativo puesto que son resultados de entrevistas, indicadores, entre otros.

Diseño Metodológico

En la Figura 1 se muestran las fases con las cuales se llevó a cabo el desarrollo de esta investigación y a continuación se explicara el desarrollo de cada una.

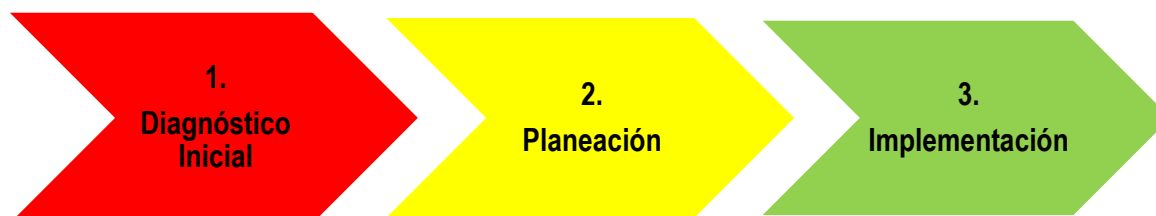


Figura 1, Etapas de la investigación (Los autores; 2017)

Fase 1. En esta fase se realizaron los diagramas de flujo y se levantó la información de los procesos logísticos. Para lograr lo anterior se hizo uso de entrevistas al personal operativo y directivo, visitas a la empresa y recolección de datos por medio de encuestas.

Lo anterior con el fin de identificar todos los procesos que actualmente la empresa realiza y así determinar por medio de diagramas de causa y efecto, las principales oportunidades de mejora de su sistema logístico.

Fase 2. Como se aprecia en la Figura 1 la segunda fase de la investigación se enuncia planeación; donde se identificaron y analizaron los componentes y factores claves de la cadena de suministros.

Para lograr definir los componentes claves de la cadena de suministros de la empresa Mineralex, se utilizó una documentación externa la cual se tomó de bases de datos y documentos en físico que se encuentran en las bibliotecas de nuestra universidad y documentos públicos.

Fase 3. Con base en los resultados de análisis de las fases anteriores se construyó la red logística, logrando la identificación de los nodos y así mismo realizar el mapeo de los mismos, por medio de una herramienta ofimática.

Fuentes de información

Se tomaron fuentes de información:

Primaria: Revisión de facturas, órdenes de compra, balances y estados de la empresa durante los últimos años.

Secundaria: Revisiones en bases de datos, libros, revistas y tesis similares realizadas en las instituciones de educación superior.

Instrumentos de recolección de información

Los instrumentos de recolección de información que se utilizaron son principalmente encuestas, visitas a la empresa, entrevistas al personal y la revisión de la documentación actual de la empresa.

Población y muestra

La población utilizada para el desarrollo de este proyecto es la región norte de Boyacá la cual posee gran variedad de empresas dedicadas a la producción de carbón; nuestra muestra serán los procesos logísticos realizados por la empresa Mineralex, la cual es el eje principal de todo el desarrollo del presente trabajo.

8. DIAGNÓSTICO INICIAL

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

MINERALEX es un grupo empresarial, conformado por cuatro vinculados económicos establecidos legalmente en Colombia para trabajar mancomunadamente en un proyecto empresarial enfocado a la minería del carbón en la provincia de Valderrama del departamento de Boyacá. Con domicilio principal en el municipio de Paz de Río en donde ejecuta las actividades administrativas, MINERALEX desarrolla sus proyectos mineros en los municipios de Socotá y Socha.

En los centros de acopio y beneficio de carbones, la empresa realiza sus labores de acopio, beneficio, homogenización, trituración, control de calidad y comercialización. Paralelo a esto, se desarrolla el proyecto de lavado de carbones y la construcción de varias baterías de coquización tipo semi – solera. (Mineralex; 2012)

MISIÓN

Desarrollar racional y técnicamente proyectos mineros de carbón a gran escala en Colombia, incluyendo la exploración, explotación, acopio, beneficio, control de calidad, transformación y comercialización a nivel nacional e internacional de carbones metalúrgicos y térmicos de manera sostenible, promoviendo crecimiento, bienestar y calidad de vida a todos los actores que conviven en su entorno. (Mineralex; 2012)

VISIÓN

MINERALEX se proyecta como el grupo empresarial en la planeación y ejecución de los proyectos de minería del carbón en Colombia, desarrollando por sí misma y a través de alianzas estratégicas proyectos de transformación y valor agregado a los carbones que explota y comercializa, enfocándose a la producción en masa de coques y carbones de alta calidad acordes con las necesidades del mercado internacional, aprovechando al máximo las reservas y calidades de los carbones de la provincia de Valderrama, generando riqueza, bienestar social y desarrollo en la región donde desarrolla sus actividades. (Mineralex; 2012)

VALORES CORPORATIVOS

Los principios que rigen el desarrollo del objeto social de MINERALEX están fundamentados en el respeto y apoyo al personal que labora en la empresa, y es así como actualmente contamos con 74 personas vinculadas con todos los beneficios legales y otros adicionales, en los procesos de exploración, explotación, compra, acopio, beneficio, análisis de laboratorio y despacho de carbones metalúrgicos y térmicos de alta calidad. Los principales valores y principios empresariales por los cuales se rige el grupo MINERALEX se presentan a continuación:

- | | | |
|---------------|---------------|-------------------|
| 1. Respeto | 4. Seriedad | 7. Productividad |
| 2. Apoyo | 5. Calidad | 8. Desarrollo |
| 3. Honestidad | 6. Eficiencia | 9. Sostenibilidad |

(Mineralex; 2012)

DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

El grupo empresarial está en capacidad de ofertar actualmente los siguientes carbones:

Tabla 1, Tipos de carbón (Mineralex; 2012)

CARBÓN BAJO VOLÁTIL		CARBÓN MEDIO VOLÁTIL		CARBÓN TÉRMICO	
MATERIA VOLÁTIL	18 – 24%	MATERIA VOLÁTIL	25 -29%	MATERIA VOLÁTIL	34 – 42%
CENIZAS	8-10% Max.	CENIZAS	8 – 10% Max.	CENIZAS	8 – 12% Max.
HUMEDAD	5% Max.	HUMEDAD	5% Max.	HUMEDAD	5% Max.
AZUFRE	0.9% Max.	AZUFRE	0.9% Max.	AZUFRE	1% Max.
FSI	6 – 8 Min	FSI	6 – 8 Min	FSI	3 Max.
HGI	60 - 65	HGI	60 - 65	PODER CALORIFICO	12.000 – 14.000 BTU

8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LOGÍSTICO

En la Figura 3 se muestra los diferentes eslabones que están implicados en la cadena de abastecimiento o de suministro de la empresa Mineralex a los cuales se les dará una explicación de cómo se realizan sus procesos dentro de la misma empresa.



Figura 2, Etapas de la cadena de abastecimiento o de suministro (Los autores; 2018)

8.2.1 APROVISIONAMIENTO

El proceso inicia en el interior de una mina bajo tierra con la picada del carbón en los frentes de explotación, este mineral es cargado en el interior de la mina y llevado a superficie por medio de unas vagonetas con capacidad de 1 tonelada, para luego ser descargado en la tolva de almacenamiento que tiene la empresa, luego el personal de mantenimiento realiza la adecuación de las áreas internas mediante el montaje de puertas alemanas, las cuales consta de capiz y dos palancas; una vez está el mineral almacenado en la tolva, es cargado en volquetas con capacidad de 22 toneladas, estas volquetas lo transportan hasta el Centro de Acopio de la empresa.

Los diagramas de flujo y las fichas de caracterización donde se explica más gráficamente lo mencionado anteriormente se encuentran en los anexo 1 y 2 al final del documento.



Ilustración 2, Entrada a la mina (Mineralex; 2017)

8.2.2 PRODUCCIÓN

Inicialmente la volqueta llega a la báscula donde es pesada y se realiza un análisis inmediato al mineral con el ash probe determinando las cenizas que contiene el mineral, para indicarle al conductor el sitio de descargue. Luego del descargue se procede a realizar el control de calidad del mineral en los laboratorios. Luego se realiza el proceso de homogenización del mineral transportándolo por una banda que es alimentada por 6 tolvas, de allí pasa a una trituradora determinando la granulometría del mineral según las condiciones del comprador. Teniendo el mineral según las especificaciones, es llevado por un cargador hasta la tolva aérea, finalizando con el cargue a los vehículos de transporte

LABORATORIO (CONTROL DE CALIDAD): El aseguramiento de la calidad de los productos de la empresa Mineralex se basa en 4 puntos fundamentales:

- Caracterización previa de los carbones que ingresan al Centro de acopio, por medio de muestreo de canal realizado directamente en las minas.
- Manuales de funciones y procedimientos definidos para cada actividad dentro del Centro de Acopio, que garantizan un adecuado control interno.
- Homogenización y beneficio de carbones bajo un estricto control de calidad sobre pilas previo al despacho.

Los diagramas de flujo y las fichas de caracterización donde se explica más gráficamente lo mencionado anteriormente se encuentran en los anexo 3 y 4 al final del documento.



Ilustración 3, Patios de acopio (Los autores; 2017)

8.2.3 DISTRIBUCIÓN

Los canales de distribución que presenta la empresa Mineralex son uno directo y uno indirecto, en el canal indirecto se lleva el material al centro de acopio de Milpa y en el canal directo se lleva el material desde la mina hasta el cliente.

Este proceso se inicia con la revisión del pedido del cliente, donde se puede observar la cantidad de material que está solicitando; esto es realizado por el director del centro de acopio el cual luego revisa la documentación **del** stock que está vigente en el centro de acopio y ver si la cantidad disponible es suficiente para suplir el pedido.

Una vez el centro de acopio está preparado para enviar el pedido al cliente se hace la revisión de los vehículos de transporte que se encuentran disponibles y así poder elegir el que llevara la orden hasta el cliente. Cuando se selecciona el vehículo es llevado hasta los patios de acopio y se carga con el carbón solicitado en el pedido.

El siguiente paso es elegir la ruta que utilizara el vehículo de transporte y todo depende de los días limite que faltan para la entrega del pedido, cuando son pocos días los que faltan se utiliza la ruta más corta sin importa las condiciones en las que se encuentre la vía pero de lo contrario se selecciona la ruta más óptima es decir que no tarde tanto tiempo el viaje y que las condiciones de la vía sean las mejores.

Los diagramas de flujo y las fichas de caracterización donde se explica más gráficamente lo mencionado anteriormente se encuentran en los anexo 5 y 6 al final del documento.



Ilustración 4, Vehículo de transporte (Los autores; 2018)

8.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS LOGÍSTICOS

En las etapas de la cadena de suministro o abastecimiento de la empresa Mineralex que se mencionaron anteriormente se utilizan diferentes maquinarias y equipos que sirven para la explotación producción y distribución del carbón las cuales se nombraran y en los anexos 7, 8, 9 y 10 se mostrará la debida ficha técnica de cada una de ellas.

- Volqueta doble troque
- Cargador de ruedas pequeño 930k CAT
- Campana de secado
- Balanza electrónica
- Hosking
- Mufla electrónica
- Multidetector de gases

Tabla 2, Ficha técnica campana de secado (Alertatecnica; 2016)

	FICHA TÉCNICA CAMPANA DE SECADO O DE MANTEO	CÓDIGO: FTC1
		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Medias de mesa de manteo	1.00 mt x 0.60	
Chasis	En planchas de fierro con soporte en perfiles de fierro.	
Brida	De extracción de Aire de 6"	
Mesa de soporte	En perfiles y planchas de fierro.	
Conexión	De las respectivas campanas al sistema de extracción de polvos. Colocación de ruedas con freno.	

8.5 ANÁLISIS DEL PROCESO

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial se realizó un análisis FODA en el cual se muestran los puntos fuertes y débiles de la empresa y de igual manera las estrategias que podrían aplicar para ver una mejora dentro de la misma. Igualmente por medio de entrevistas se realizó un diagrama de causa y efecto el cual realizo con el método de las 5M pero en este caso solo aplicaban 4 para la empresa Mineralex ya que ellos mismo procesan su materia prima al extraer el carbón de la mina.

8.5.1 ANÁLISIS FODA

Tabla 3; Análisis FODA de la empresa Mineralex Lda.

<div> <div>INTERNOS</div> <div>EXTERNOS</div> </div>	FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento en el mercado. Varios años de experiencia. Personal capacitado. 	DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none"> Falta de flota de transporte propia. Falta de capital para inversión. Desconocimiento de las oportunidades en el mercado.
	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento actual del mercado. Diferentes usos que se le pueden dar al producto (carbón). 	ESTRATEGIAS FO <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la extracción diaria del carbón. Nuevo segmento del mercado. Utilización de los residuos.
	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> Incremento de la tecnología en la producción del carbón. Minas ilegales que se encuentran en el mercado. Competencia grandes empresas en el mercado. 	ESTRATEGIAS FA <ul style="list-style-type: none"> Automatización de la maquinaria. Servicio de consultoría para minas ilegales Asociaciones con la competencia
		ESTRATEGIAS DO <ul style="list-style-type: none"> Buscar nuevas inversiones de capital. Adquirir un vehículo propio.
		ESTRATEGIAS DA <ul style="list-style-type: none"> Investigación de las nuevas oportunidades que se encuentran en el mercado. Alianzas con grandes empresas del mercado.

En el análisis FODA de la empresa Mineralex se identificaron las principales debilidades y amenazas que presenta la empresa actualmente, pero de la misma forma se identificaron las

fortalezas y oportunidades que tiene, todo esto se hizo para generar unas estrategias que logren equilibrar las fallas que tiene la empresa y se es posible lograr eliminarlas. Una de las estrategias que se dio como resultado y que más se resaltó de las debilidades y oportunidades es la búsqueda de nuevos inversionistas de capital para así poder extender el segmento de mercado actual y hacer que la empresa sea reconocida en más lugares de la región y hasta nacionalmente; otra de las estrategias más importantes es la utilización de los residuos que tiene la empresa, esto se puede realizar buscando nuevos clientes a los cuales les pueda servir ese residuo.

8.5.2 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Durante la realización del diagrama de causa y efecto se identificaron diferentes fallas dentro de la cadena de abastecimiento de la empresa Mineralex, una de las fallas que se presenta igualmente en el análisis FODA es el desperdicio de carbón, lo que nos indica que se debe llevar una acción de mejora en este aspecto.

Igualmente una de las principales fallas que se presentan en la maquinaria es el desperdicio de la misma, todo esto se debe a que actualmente la empresa no cuenta con suficientes recursos para el mantenimiento de algunas de las piezas de su maquinaria y por esa razón se encuentran “obsoletas”, una de las acciones de mejora para esto es la mencionada en el análisis FODA de nuevas inversiones de capital para poder arreglar estos aspectos y que la empresa llegue a ser más eficiente y pueda ampliar su segmento de mercado. En el aspecto del método donde se menciona la mina de prueba, se refiere a una mina la cual fue utilizada para encontrar el manto de carbón en la montaña sobre la cual están trabajando, actualmente la empresa se encuentra realizando el proceso para empezar a construir la mina final en la cual podrán ingresar un mayor número de trabajadores, una mejor maquinaria para que el proceso sea más automatizado y así mismo poder extraer una mayor cantidad de carbón diaria.

Cuando se menciona el medio ambiente dentro del diagrama de causa y efecto se pueden identificar diferentes factores que pueden intervenir en el proceso de la extracción del carbón como lo son las lluvias, el deterioro de la montaña, el material estéril y los gases tóxicos; de igual manera se menciona la norma ISO 14000 que a pesar de que la mina de la empresa Mineralex se encuentre certificada en ella, hay una cantidad considerable de material particulado que estaría afectando el medio ambiente y que aún no se ha encontrado una medida apropiada para tener un control sobre este.

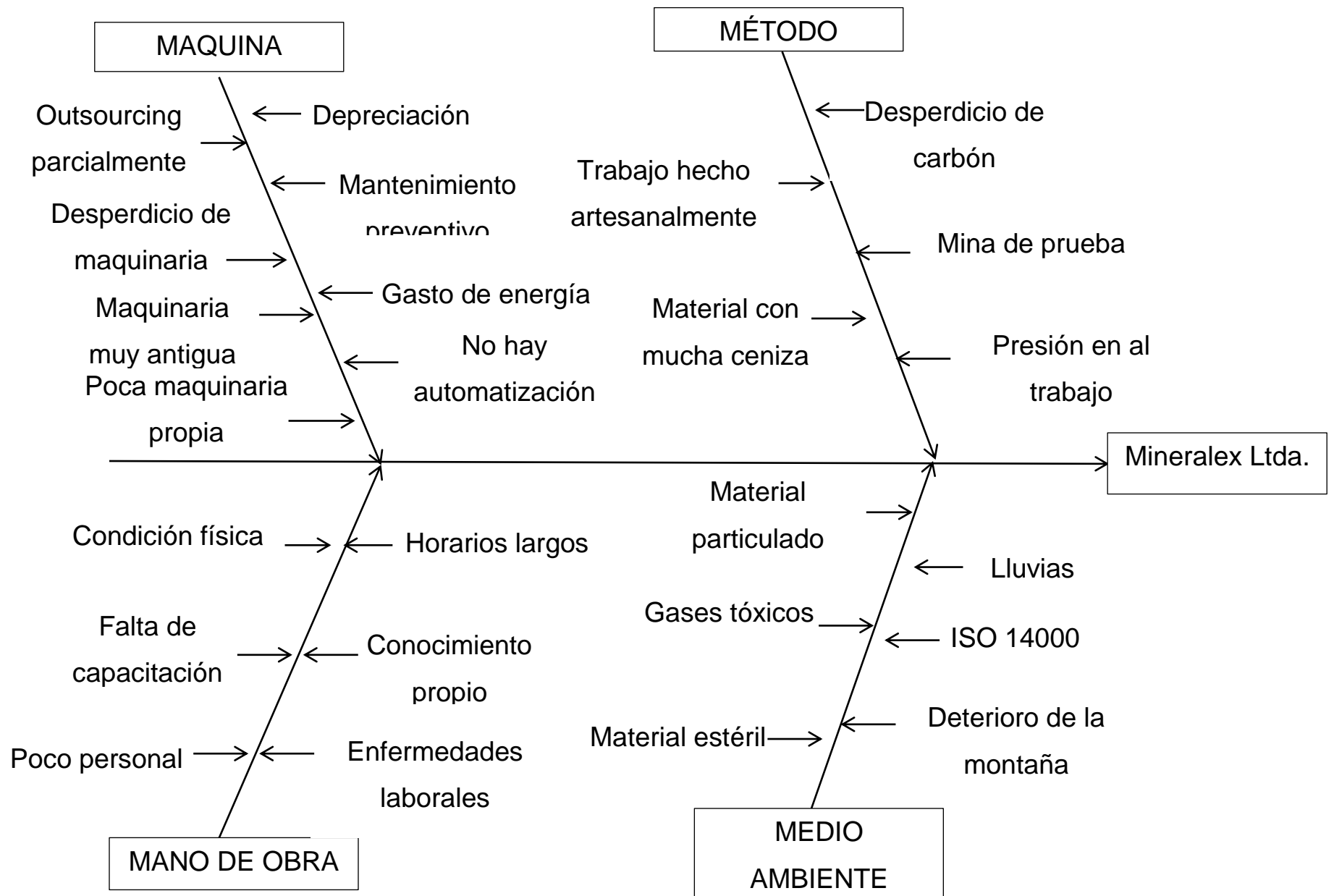


Figura 5, Diagrama causa y efecto empresa Mineralex Ltda.

9. FACTORES CLAVES DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

9.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL CARBÓN

Como se presenta en la Figura 2 en una cadena de abastecimiento o de suministro hay diferente miembro o agentes que se encuentran dentro de ésta por esa misma razón se realizara una explicación de cada uno de ellos. La información que se muestra acontinuacion es tomada de una investigacion es bases de datos, libros, revistas y tesis que se relacionan con el tema.

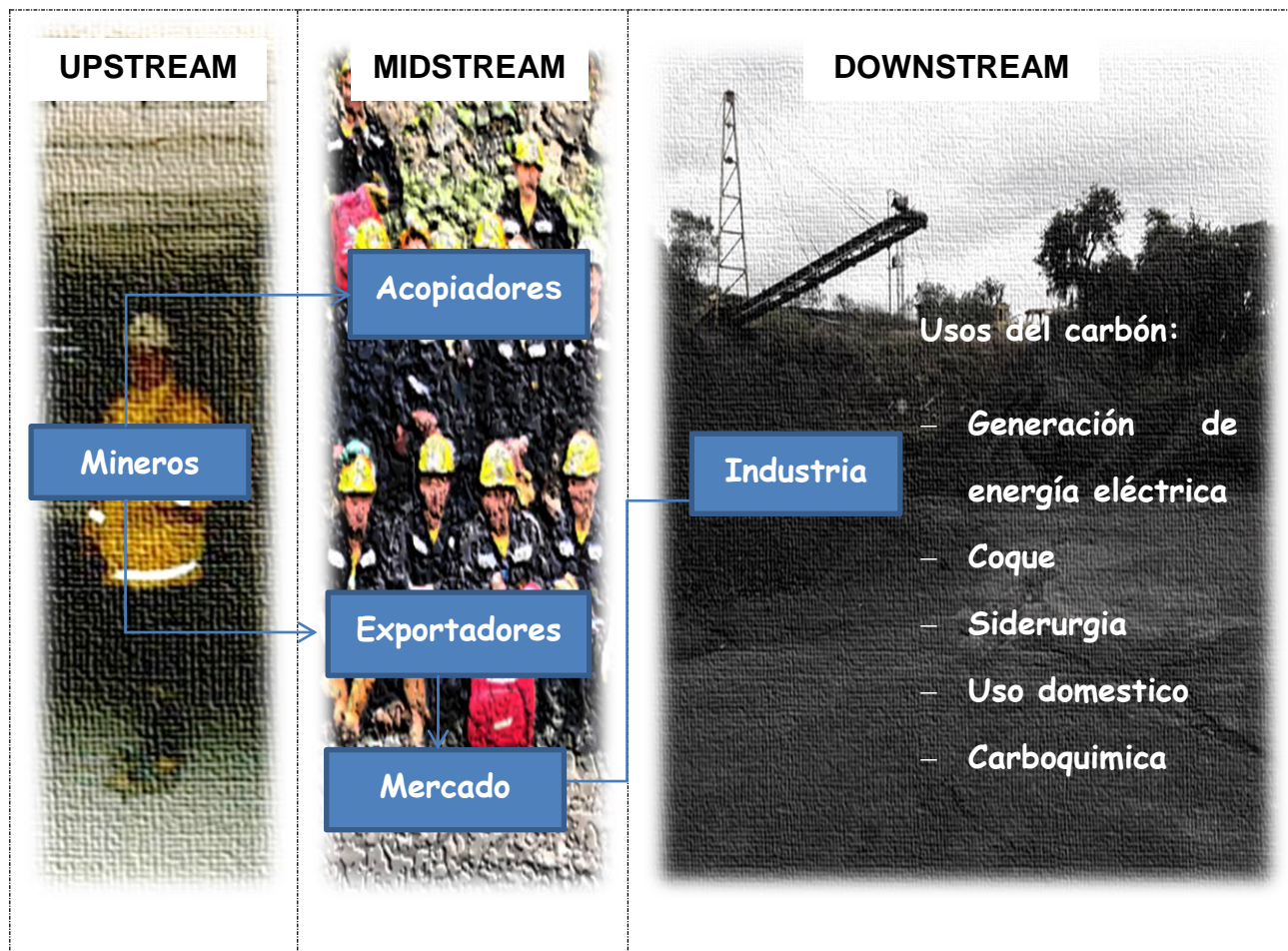


Figura 6, Caracterización de la cadena de abastecimiento del carbón (Los autores, 2018)

9.1.1 UPSTREAM

Cuando se habla de upstream se está refiriendo a los primeros eslabones que se presentan en alguna actividad, en este caso nos referimos al carbón por eso a continuación se presentan los diferentes agentes que conforman el upstream dentro de la industria del carbón en Colombia que en este caso son los mineros:

Mineros: Son aquellas personas que residen en los municipios aledaños a Socotá que es el lugar en donde se encuentra ubicada la mina ellos se encargan de la extracción del carbón dentro del socavón o mina, estas personas deben portar todos sus elementos de protección personal (EPP) como lo establece la norma OHSAS 18001 y así mismo sus empleadores se encargan de que la maquinaria que dirige el oxígeno dentro de la mina esté en perfecto funcionamiento y evitar accidentes fatales.

9.1.2 MIDSTREAM

Al hablar de midstream se está refiriendo al transporte, almacenamiento, distribución, etc. que se presentan en alguna actividad, en este caso nos referimos al carbón por eso en seguida se dará una explicación de los dos agentes que se encuentran involucrados en el midstream dentro de la industria del carbón en Colombia:

Acopiadores: Son los encargados de la acumulación del carbón para posteriormente ser analizado y separado en los diferentes tipos existentes en el mercado, los cuales son :

- Carbón térmico
- Carbón volátil bajo
- Carbón volátil medio
- Carbón volátil alto
- Carbón medio limpio y sucio

Exportadores:

Colombia es un país que cuenta con grandes depósitos de carbón de alta calidad, este carbón es muy apetecido en el exterior principalmente para las plantas eléctricas; actualmente con respecto al cierre del periodo del año 2017 el carbón ha tenido un crecimiento del 50% alcanzando un valor aproximado de US\$6.500 millones.

Los principales países a los cuales Colombia les exporta carbón es Estados Unidos el cual fue el principal destino de las exportaciones del país, con una participación de 27,2 % en el valor total exportado; le siguieron en su orden, Panamá, España, Brasil, Singapur, Turquía y México. (Tiempo, 2018)

9.1.3 DOWNSTREAM

El downstream es de los eslabones finales de una actividad que en este caso es el carbón por esa misma razón a continuación se muestra el agente de la industria en el cual se identifican los diferentes usos del carbón.

Industria:

El carbón suministra el 25% de la energía primaria consumida en el mundo, solo por detrás del petróleo. Además es de las primeras fuentes de energía eléctrica, con el 40% de producción mundial. Algunos de sus más importantes usos corresponden a la generación de electricidad, la producción de acero y la fabricación de cemento.

Otros usos del carbón dentro la industria suelen ser:

- **Generación de energía eléctrica:** los centrales térmicos de carbón pulverizados constituye la principal fuente de energía eléctrica en el mundo.
- **Coque:** producto de la pirolisis del carbón en ausencia del aire. Es utilizado como combustible y reductor en distintas empresas, principalmente en los altos hornos.
- **Siderurgia:** mezclando los minerales de hierro con carbón se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono obteniendo una mayor resistencia y elasticidad. Como resultado de la mezcla se obtiene: hierro dulce con 0,2% de carbón, acero entre 0,2% y 1,2 de carbón, fundición más del 1,25 de carbón.
- **Uso doméstico:** uso para calefacción
- **Petróleo sintético:** mediante el proceso de licuefacción directa, el carbón puede ser transformado en un crudo similar al petróleo.

Estas dos últimas aplicaciones antiguas son muy contaminantes y requieren mucha energía, desprendiendo así un tercio del balance energético global. Debido a la crisis del petróleo se han vuelto a utilizar. (Universidad libre, 2108)

9.2 FACTORES CLAVES DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Para lograr la identificación de las mejores prácticas utilizadas en la minería a nivel mundial, se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos internas de la universidad como los son Scielo, Science direct, etc. y bases de datos externas como lo son Google y bases de datos de otras universidades. Los criterios de búsqueda que se tuvieron en cuenta para la realización de la búsqueda son: documentos recientes, información realista, información que la empresa pueda aplicar, usos de los desperdicios y nuevos clientes.

Actualmente en el mundo se están desarrollando nuevas técnicas en la cadena de suministros o de abastecimiento de las empresas carboneras con el fin de lograr optimizar los procesos que tiene y poder hacer que sus entregas sean más rápidas y por ende más eficientes. Los países que más se llegan a destacar en el campo de la minería por sus nuevas técnicas y mejores prácticas están Estados Unidos, Federación Rusa, China, Australia, India, Alaska, Perú y Chile.

Desafortunadamente Colombia no se encuentra en esta lista pero no es porque no sea un gran productor de carbón ya que actualmente con respecto al cierre del periodo del año 2017 el carbón ha tenido un crecimiento del 50% alcanzando un valor aproximado de US\$6.500 millones, el problema que se presenta en Colombia es la falta de nueva implementación de mejoras a los procesos de la minería colombiana lo cual hace nuestros procesos menos eficientes.



Grafico 1, Países con mejores prácticas en la minería

A continuación se mencionara algunas de las mejores prácticas utilizadas por grandes empresas de los países que se encuentran en la lista anterior y otros que no se encuentran en la lista pero pueden ser considerados los más innovadores.

1. España y Estados Unidos

Estudios realizados dicen que el 80% de los residuos del carbón son cenizas a las cuales se les llama cenizas volantes del carbón, los estudios dieron como resultado diferentes usos que se les pueden dar a las mismas para evitar la contaminación del medio ambiente al arrojarlas en los botaderos. Uno de los usos más sencillos que se les puede dar es para las carreteras en donde se mezcla la cal con las cenizas y se obtienen las capas de base que presentan una resistencia similar a la que presentan los contruídos con conglomerados hidráulicos como el cemento.

Otro de los usos que se puede dar a estas es en las edificaciones y las obras publicas ya que la fabricación del cemento es uno de los campos más amplios para la utilización de las cenizas volantes del carbón ya que produce un ahorro económico y energético considerable y permite la obtención de cementos de aplicación específica en determinados ambientes y tipos de obra. (CEDEX, 2011)

2. Australia

El gas metano es el segundo gas de efecto invernadero más importante producido por el hombre después del dióxido de carbono, es responsable de más de un tercio del forzamiento del cambio climático antropogénico por esa razón la compañía BH BILLINTON una de las mejores dedicadas a la extracción y producción del carbón diseño una planta dedicada el drenaje del gas metano dentro de la mina que tiene una eficiencia del 90 a 95 porciento, la planta se encuentra ubicada en la superficie justo sobre el socavón (mina) donde están conectadas por ductos que dirigen el gas a la planta sin que haya ninguna fuga; al llegar el gas a la planta atraviesa un proceso el cual lo convierte en electricidad, esta electricidad es usada para la maquinaria que posee la empresa generando una reducción muy evidente de los costos de la empresa. (Initiative Global Methane, 2011)

3. Perú y Chile

Un estudio realizado por la UPC (Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas) busca la implementación de un sistema de software llamado B2B (Business to Business), de modo que las empresas dedicadas a la minera no tienen que incurrir en gastos considerables al construir y mantener su propia infraestructura.

Dentro de los beneficios inmediatos del uso de este software B2B (Business to Business) en las empresas mineras son:

- La optimizar de todos los procesos.
- Lograr una mayor visibilidad de los compromisos con sus socios de negocios.
- Continuar con la tarea de mantener una estructura de costos reducidos.

Este estudio se realizó debido a que el 75% de las empresas chilenas aplican software para el seguimiento de sus procesos y por el contrario solo el 10% de las empresas mineras peruanas cuentan con uno. (Armas Aguirre, Torres Fuentes, & Pacheco Muñante, 2008)

A continuación se muestran los softwares utilizados por reconocidas empresas chilenas:

Tabla 4, Softwares mineros de Chile (Armas Aguirre, Torres Fuentes, & Pacheco Muñante; 2008)

SOFTWARE MINERO	EMPRESAS MINERAS CHILENAS QUE LO USAN
Datamine Studio	Anglo American Chile, con sus minas de Mantos Blancos, Mantoverde, Los Bronces y El Soldado; Phelps Dodge, con sus minas Candelaria y el Abra; Enami; South American Gold and Copper; Patagonia Gold; Collahuasi; Codelco Chile en sus Divisiones El Salvador, Codelco Norte, Oficina Central, El Teniente, Proyecto Mansa Mina; Punta del Cobre, BHP Chile, Soquimich, Empresa Nacional de Minería
Datastream 7I	Empresa Nacional de Minería (Enami); Compañía Minera Maricunga; Minera Rayrock; Minera Las Cenizas; CMS Tecnología; División

SOFTWARE MINERO	EMPRESAS MINERAS CHILENAS QUE LO USAN
	Andina-Codelco (en proceso de implementación faenas adomiro Tomic y El Teniente).
Línea de soluciones MPMS (Mine Production Management Solutions). Incluye los productos GEMS y Whittle.	Angloamerican, Compañía Minera Vale do Rio Doce, Codelco, Barrick, Noranda, CDE Cerro Bayo, El Toqui, Manto de la Luna, BHP Billiton, Placer Dome, Aur Resources, Soquimich, Meridian, Antofagasta Minerals, Pucobre.
<ul style="list-style-type: none"> • Business Flex • Profit Controller (RMPCT) 	Chuquicamata, Escondida, El Abra, Fundición Chagres, Los Bronces, El Soldado y Codelco División El Teniente.
<ul style="list-style-type: none"> • Vulcan 4.5 • I-SiTE 2.2 	Minera Collahuasi, Escondida, Codelco Chile en todas sus divisiones, Meridian, Zaldívar, Cerro Colorado, Rio Chilex (Proyecto Spence), Mantos de Oro, Barrick Chile, El Tesoro.
<ul style="list-style-type: none"> • MineScape • MineMarket • Mincom Ellipse 	Angloamerican Chile, Noranda Chile (Falconbridge Lomas Bayas y Fundición Alto Norte), Minera Collahuasi, BHP Billiton (MEL), Placer Dome (Minera Zaldívar), Phelps Dodge Mining Service (Minera SCM El Abra y Minera Candelaria), Antofagasta Minerals (Minera Los Pelambres y Minera El Tesoro), Codelco.
<ul style="list-style-type: none"> • Surpac Vision • Minesched • Tailings 	Codelco Norte Proyecto MM, Minera Escondida, SRK Consultores, Golder Associates, Minmetal, Subterra Ingenieros Ltda., SKM, Compañía Minera Carmen Bajo.
<ul style="list-style-type: none"> • Wenco Foreman • Wenco Observador 	Operaciones de oro en Mali, Australia, y Kyrgystan; de diamantes en Botswana, Canadá y

SOFTWARE MINERO	EMPRESAS MINERAS CHILENAS QUE LO USAN
<ul style="list-style-type: none"> • WencoDB • Wenco Servicios de Producción • MineVision • Maintenance Monitor • TireMax 	<p>Sudáfrica; de hierro en Estados Unidos y Canadá; de bauxita en Surinam y Australia; de uranio en Namibia; de caliza en Estados Unidos; carbón en India y arenas de petróleo crudo en Canadá.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Familia de soluciones Novell Nterprise • Novell Nsure • Novell exteNd • Novell Ngage 	<p>Compañía Minera Mantos de Oro; Empresa Minera de Mantos Blancos; Compañía Minera El Toqui; Ministerio de Minería; Comisión Chilena del Cobre</p>

4. México

La UANL (Universidad Autónoma De Nuevo León) estudia los diferentes usos que se le pueden dar a los residuos que se dan de extracción y producción del carbón en México. El más importante de los residuos son los restos de carbón que por causa de la suciedad que tienen no es apto para sus principales funciones, aquí es donde las empresas mexicanas aplican la conocida logística inversa, estas empresas buscan otras compañías a las cuales les puedan servir esos residuos que en la mayoría de los casos son las empresas del sector eléctrico; todo esto se realiza con el fin de minimizar las pérdidas en la mayor cantidad posible.

Otro residuo muy común resaltado por el estudio de la universidad de UANL es la ceniza la cual es usada para la construcción en México; existen proyectos donde se puede observar las cualidades de éste residuo como ejemplo tenemos:

- La Comisión Federal de Electricidad, construyó en el estado de Tabasco una planta hidroeléctrica utilizando la ceniza.
- La Comisión Federal de Electricidad en el estado de Coahuila, emplea la ceniza como aditivo reductor de cemento en estructuras de concreto.

- La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos construyó en el estado de Guanajuato una presa de almacenamiento de agua con propósitos agrícolas. (Guadiana Medina, 1999)

SGS es una empresa mexicana la cual se dedica a la creación de nuevas tecnologías que son usadas por las empresas mineras, dentro de estas tecnologías podemos resaltar:

- Los Iones metálicos móviles son una tecnología avanzada de exploración de superficies que permite a las empresas explorar zonas donde la geoquímica de superficie no ha tenido éxito anteriormente. Las compañías pueden detectar reservas enterradas bajo una cubierta de suelo profunda, y descubrir nuevas y mayores reservas ocultas de minerales.
- La geometalurgia que reduce de forma significativa el impacto de la incertidumbre espacial en la planificación minera, ya que documenta la variabilidad de los depósitos. Los datos se aplican al modelo de bloques de depósitos o al plan de mina, y se utilizan modelos para generar parámetros económicos como el rendimiento, la granulometría, la ley del metal y la recuperación. Con ello se reducen los riesgos asociados a los proyectos.
- La recuperación de cianuro donde SGS ha tenido un papel decisivo en el desarrollo y optimización de procesos para la segura recuperación del cianuro de soluciones y residuos. Tenemos la experiencia técnica y los equipos de capital necesarios para trabajar con su empresa en el desarrollo y la demostración del proceso más seguro y eficiente para la recuperación del cianuro a partir del circuito de oro de su empresa.
- Cuantificación del Inventario de Pila de Mineral es un método científico/instrumental que utiliza tecnología de vanguardia para determinar el volumen de materias primas contenido en una pila de mineral. Es un método preciso e independiente que goza de la confianza a nivel mundial de compradores y vendedores. (Sgs, 2017)

5. Colombia

El cerrejón es uno de los centros mineros más conocidos en Colombia está comprobada su inmensa reserva en mantos o vetas que dan al yacimiento la característica de ser un depósito de multilechos. Se han detectado hasta 40 mantos mayores, dependiendo del sitio, con buzamientos promedios entre 5° y 45°. Estas características de la mina permitirán una producción desarrollada a tajo abierto, con equipos de gran envergadura

como palas eléctricas de 22 metros cúbicos de capacidad, camiones de 170 toneladas, tractores de 400 caballos de fuerza, cargadores de 17 metros cúbicos, motoniveladoras de 250 caballos y moto-trailas de 24 metros cúbicos, correspondientes a los de mayor tamaño probado en el mundo para esta clase de trabajo.

Por esa misma razón su sistema de transporte es uno de los más eficientes ya que cuenta con un sistema de ferrocarril el cual transporta todo el carbón desde el lugar de extracción hasta el puerto para ser exportado, evitando todos los percances que se encuentran en carretera; de igual manera el material que necesita ser transportado por carretera es llevado por vehículos de outsourcing reduciendo los costos de transporte notablemente. (Baez Noguera, 1981)

Colciencias junto con el Grupo de Investigación en Georrecursos, Minería y Medio Ambiente (GEMMA) de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín está desarrollando el proyecto Sistema Inteligente y Automatizado para Monitoreo de Atmósferas Explosivas en Minería Subterránea de Carbón. La idea es diseñar procedimientos y mecanismos de detección de fallas en las minas subterráneas que prevengan las explosiones por acumulación de gases, uno de los fenómenos más frecuentes y los que desgraciadamente toman la vida de muchos mineros anualmente. (Tiempo, 2016)

6. Otros

Hay otros países a los cuales no les importa la innovación como debería ser pero aun así las técnicas que utilizan les funcionan de la manera correcta y llegan a ser reconocidos por el funcionamiento de sus empresas mineras, dentro de estos esta Alaska donde la mayoría de las compañías solo se fijan en que la explotación y producción del material sea totalmente automatizada; por otro lado esta Rusia donde su eje central es que la maquinaria que utilizan sea robusta (grande) y que su mantenimiento sea muy poco así pueden producir más a bajos costos; y finalmente esta china donde factores como los mencionados anteriormente los tienen sin cuidado ya que para ellos lo más importante es la alta producción.

Con respecto a lo anterior se decide que las mejores prácticas para ser aplicadas por la empresa Mineralex Ltda. son la aplicada por España y Estados Unidos donde se tomara el desperdicio de

carbón que es 1 tonelada diaria aproximadamente y lograr venderla a la empresa termoeléctrica Gensa y tener el menor desperdicio posible y evitar pérdidas; la siguiente mejora es la aplicada por Perú y Chile donde se utiliza un software para el manejo de la parte financiera y productiva de la empresa; por último se llevara una guía del sistema de transporte del cerrejón en Colombia ya que es considerado el más eficiente.

Todo lo mencionado anteriormente se resumirá en la tabla 4 y se muestra la manera en que se planea implementar las mejores prácticas utilizadas por los demás países.

Tabla 5, Implementación de las mejores prácticas en Mineralex Ltda.

MEJOR PRACTICA	RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR LAS MEJORES PRACTICAS
España y Estados Unidos	La utilización del desperdicio que posee la empresa se llevara a cabo mediante la búsqueda de nuevos clientes a los cuales les sea útil el material que sería “desperdicio” para la empresa Mineralex; una de ellas será la empresa Gensa en la ciudad de Paipa, ya que para la producción de energía en una empresa termoeléctrica no tienen muchas exigencias con el carbón que reciben.
Perú y Chile	La implementación de un software que pueda llevar toda información de la empresa es de gran utilidad ya que facilitara el trabajo del gerente y se llevara una serie de datos históricos que muestre el mejoramiento de esta; esta acción de mejora se llevara a cabo con una búsqueda de proveedores de software y así mismo poder identificar el que más se ajuste a las necesidades de la empresa.
Colombia	En cuanto a Colombia unas de las mejores prácticas que hay actualmente es el sistema de transporte utilizado por el cerrejón, por esa misma razón se toma en base este sistema y se conseguirán poco a poco diferente maquinaria y flota de transporte la cual tenga su debido mantenimiento y logre optimizar el transporte la empresa Mineralex.

10. DISEÑO DE LA RED LOGÍSTICA

10.1 CONSTRUCCIÓN DE LA RED ACTUAL

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Alphabet Inc. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes con Google Street View por las razones mencionadas anteriormente es que se tomó la decisión de utilizar esta herramienta para el ruteo de la red de la empresa Mineralex.

10.1.1 RUTAS

Las rutas que utiliza la empresa Mineralex actualmente para el transporte de su carbón se muestran a continuación; cada una de ellas se explicara individualmente junto con las ciudades de destino de sus principales clientes en Colombia. Todo lo anterior se realizó mediante la utilización de la herramienta ofimática Google Maps.

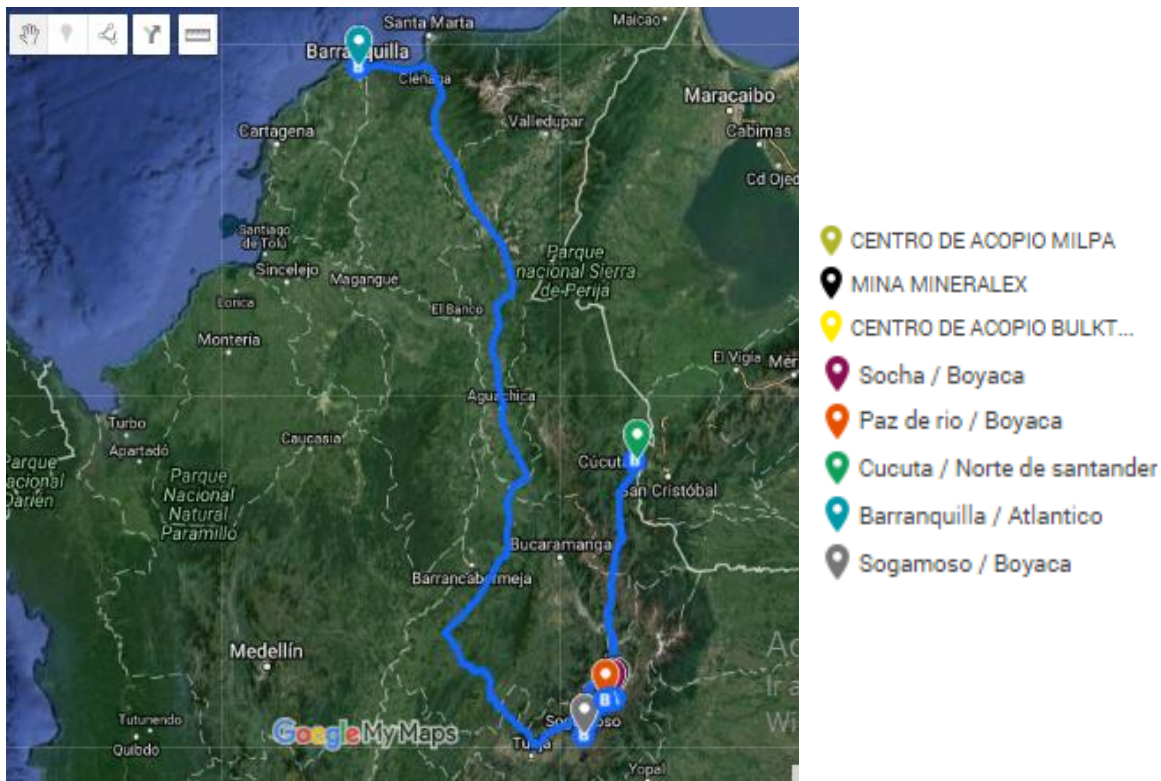


Ilustración 5, Rutas actuales Mineralex

MINA MINERALEX – CENTRO DE ACOPIO MILPA

La ruta que se utiliza para llevar el material que se extrae de la mina al centro de acopio de milpa es la que se muestra en la Ilustración 6 donde se usa una volqueta doble troque con una capacidad de 20 toneladas ya que a diario se extraen de 15 a 20 toneladas de carbón. Este vehículo realiza un recorrido de 271 metros aproximadamente desde el sitio de la mina hasta el centro de acopio.

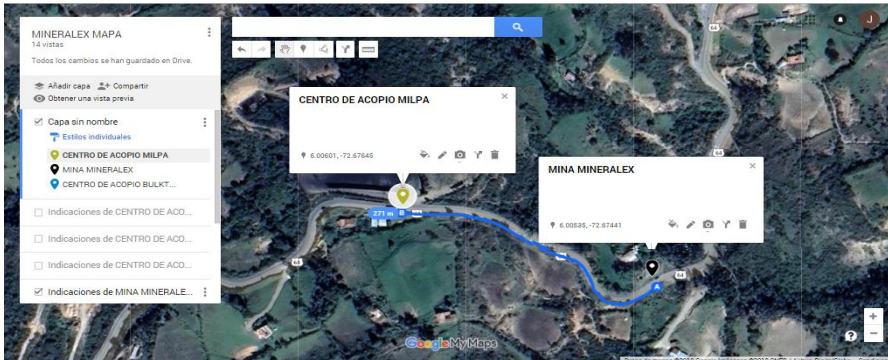


Ilustración 6, Ruta MIneralex - Centro de acopio Milpa

SOCHA / BOYACÁ

El municipio de Socha- Boyacá es el cliente más cercano que posee la empresa Mineralex al cual se le vende el carbón casi siempre en pequeñas cantidades pero sus ventas son muy constantes. Los encargados de la distribución de este carbón son los dos centros de acopio.

El centro de acopio de Milpa utiliza la ruta que se muestra en la Ilustración 7 la cual representa una distancia de 2,55 kilómetros aproximadamente.

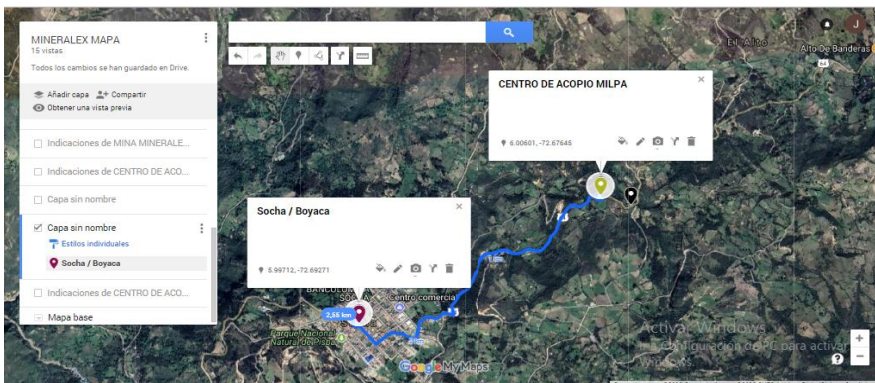


Ilustración 7, Ruta Centro de acopio Milpa- Socha

El centro de acopio de Bulktrading utiliza la ruta que se muestra en la Ilustración 8 la cual representa una distancia de 8,56 kilómetros aproximadamente.

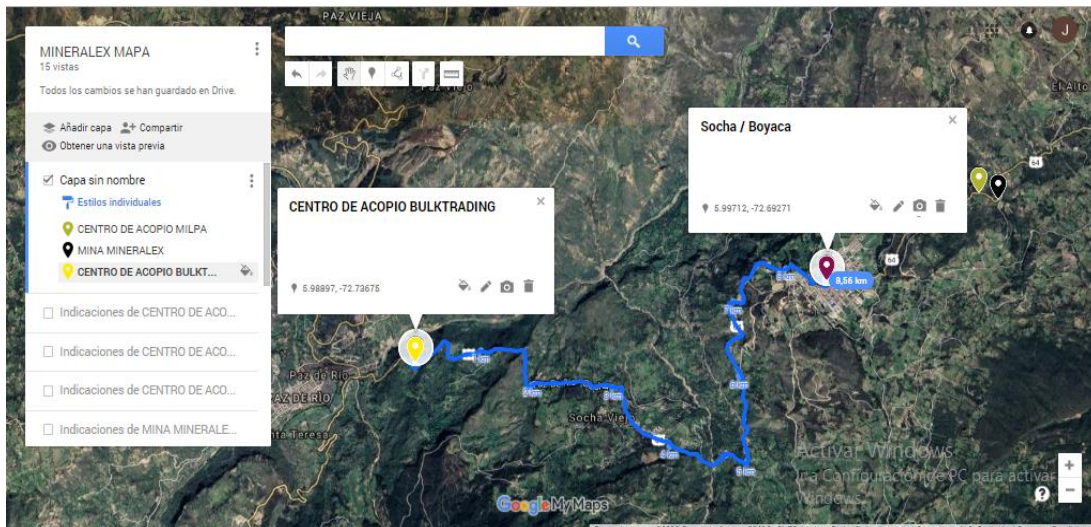


Ilustración 8, Ruta Centro de acopio Bulktrading - Socha

PAZ DE RIO / BOYACÁ

Al municipio de paz de rio lo abastece el centro de acopio de Milpa debido a que la cantidad de carbón que es solicitada por este es grande y el centro de acopio Bulktrading no puede suplirlo y no tiene el debido contrato con las empresas allí ubicadas. La ruta que se utiliza se presenta en la Ilustración 9 y el recorrido es de 11,7 kilómetros aproximadamente.

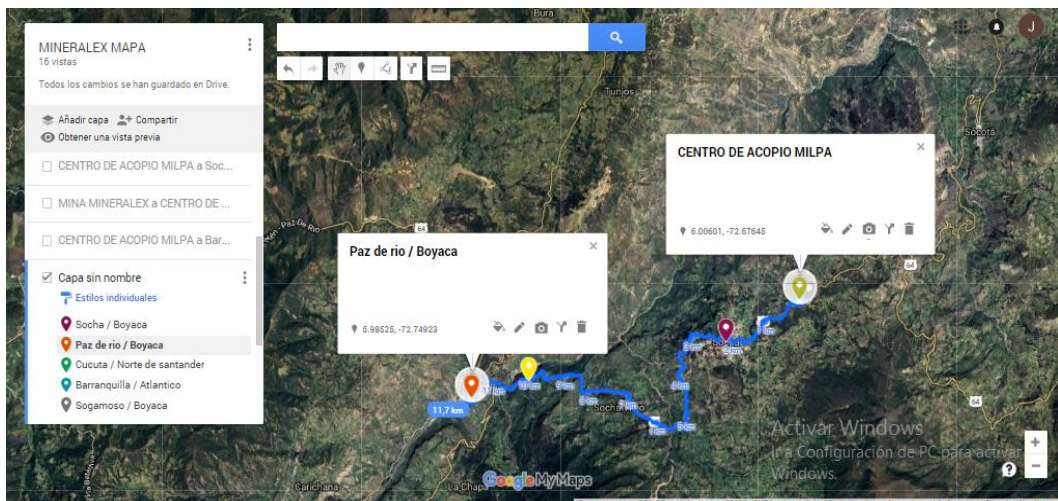


Ilustración 9, Ruta Centro de acopio Bulktrading - Paz de rio

SOGAMOSO / BOYACÁ

La ciudad de Sogamoso es abastecida únicamente por el centro de acopio Bulktrading, como se muestra en la Ilustración 10 la ruta utilizada da paso por el municipio de tasco y su recorrido es de 42,4 kilómetros aproximadamente.

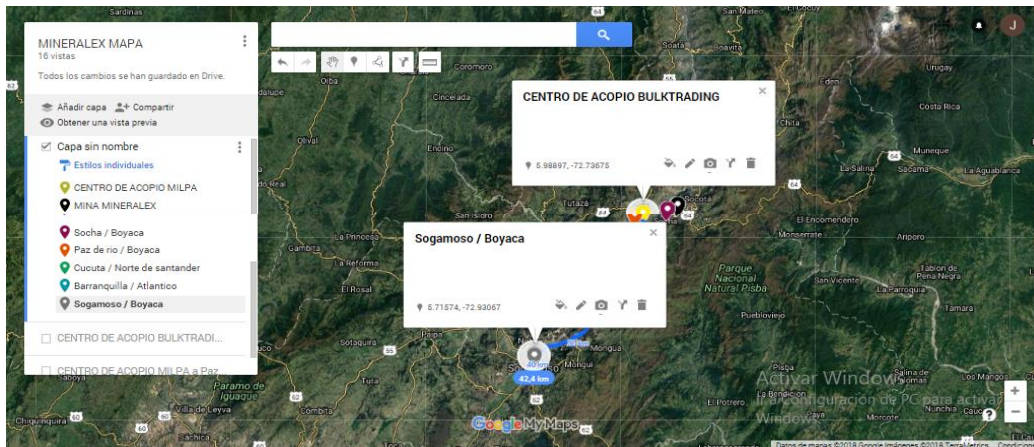


Ilustración 10, Ruta Centro de acopio Bulktrading - Sogamoso

CÚCUTA / NORTE DE SANTANDER

La ciudad de Cúcuta es donde se encuentran la oficina y el centro de acopio principal de la empresa Bulktrading, por lo tanto el carbón que se encuentra en el centro de acopio de Bulktrading debe ser trasladado hasta allí y así completar la producción de carbón. El recorrido que se realiza tiene 251 kilómetros aproximadamente y la ruta que se utiliza para trasladarse hasta allí se encuentra en la Ilustración 11.

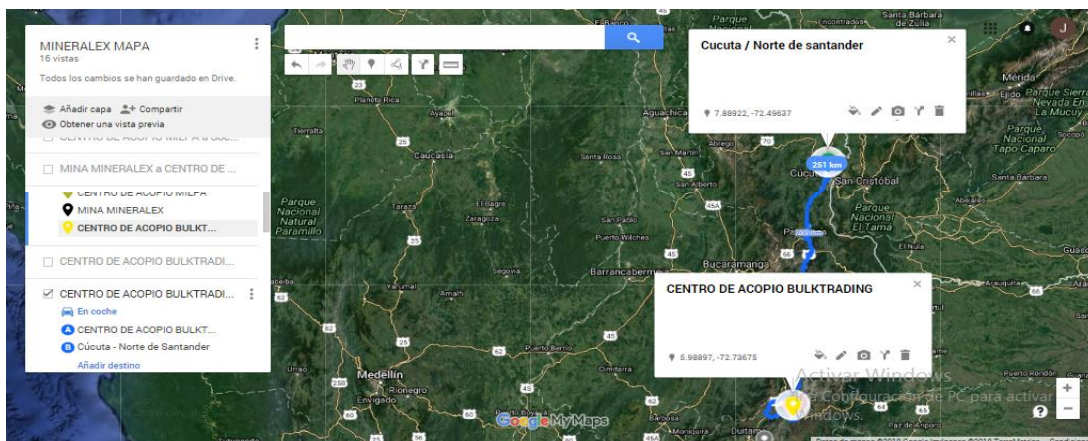


Ilustración 11, Ruta Centro de acopio Bulktrading - Cúcuta

BARRANQUILLA / ATLÁNTICO

En la ciudad de barranquilla se encuentran los puertos de transporte de carga pesada y debido a que la empresa Milpa es una exportadora de carbón a países como Venezuela, México y Brasil el carbón es llevado hasta allí para luego ser transportado por vía marítima hasta su destino final. La ruta de transporte utilizada por Milpa desde su centro de acopio hasta la ciudad de barranquilla se muestra a continuación en la Ilustración 12.

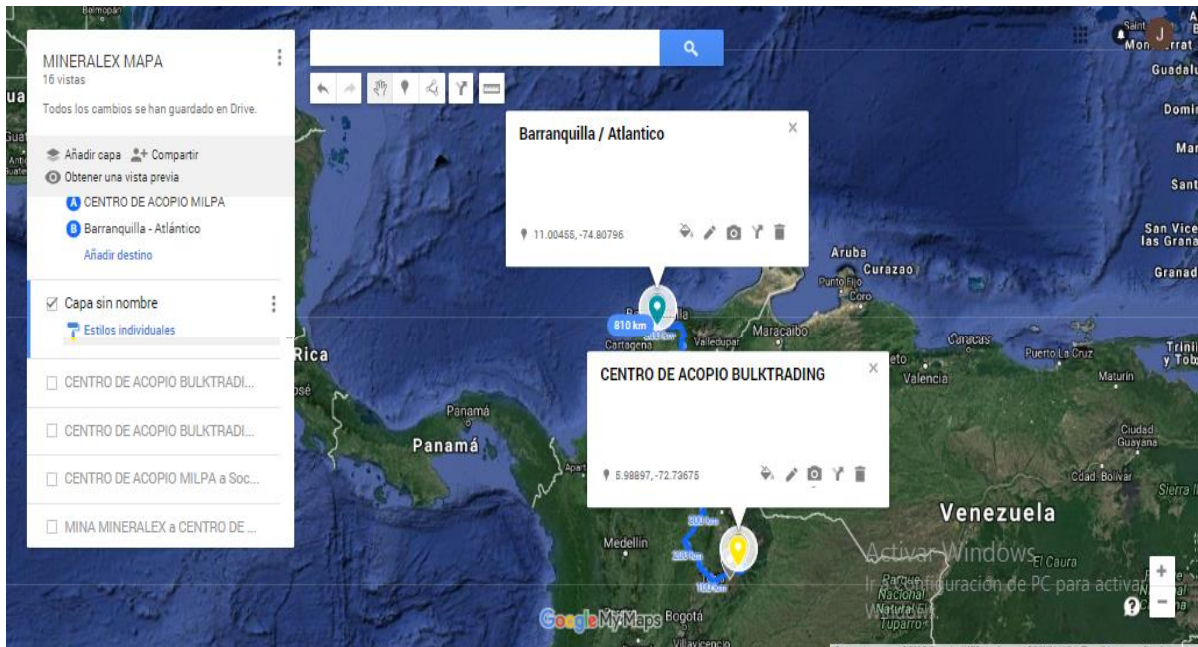


Ilustración 12, Ruta Centro de acopio Milpa – Barranquilla

El ruteo de la red de transporte de la empresa Mineralex se realizó con el fin de poder identificar los problemas que se presentan actualmente en la empresa en su sistema de trasporte, lograr observar si las rutas que se utilizan son las más eficientes o si por el contrario hay unas mejores que se puedan utilizar y puedan hacer que la empresa tenga menos gastos y por ende mas ganancias.

El ruteo de la red de trasporte también trae como beneficio una mejor utilización de la flota de trasporte que posee la empresa, logrando que se deteriore menos debido a la reducción de los recorridos que hace hasta los clientes de la empresa.

10.2 PROPUESTA DE MEJORA DE RUTAS Y REDES DE TRANSPORTE

AnyLogistix/alx es un software de análisis de la cadena de suministro para diseñar, optimizar y analizar la cadena de suministro de una empresa. ALX combina potentes enfoques de optimización analítica junto con innovadoras tecnologías de simulación dinámica para ofrecerle un conjunto completo de herramientas para análisis de la cadena de suministro de extremo a extremo. Al aprovechar tanto la simulación como la optimización, tiene el mejor conjunto de herramientas para enfrentar los desafíos de la cadena de suministro, lo que le permite obtener una visión profunda de la cadena de suministro de su empresa que no es posible con las soluciones tradicionales. (AnyLogistix; 2017)

Por esta razón se decidió usar las herramientas Greenfield Analysis (GFA) y Network Optimization (NO) ofrecidas por el software AnyLogistix/alx; las cuales permitieron encontrar una mejor ubicación de los centros de distribución de acuerdo al sitio de ubicación de los clientes y la demanda de cada uno, igualmente nos ayudó con la optimización de la red y a mostrar los costos que se presentaran con la nueva reubicación de los centros y las rutas.

A continuación se muestra el nuevo mapa que el software educativo AnyLogistix/alx muestra como resultado, en el cual se indica la reubicación de las rutas de transporte y el centro de acopio de la empresa Mineralex.

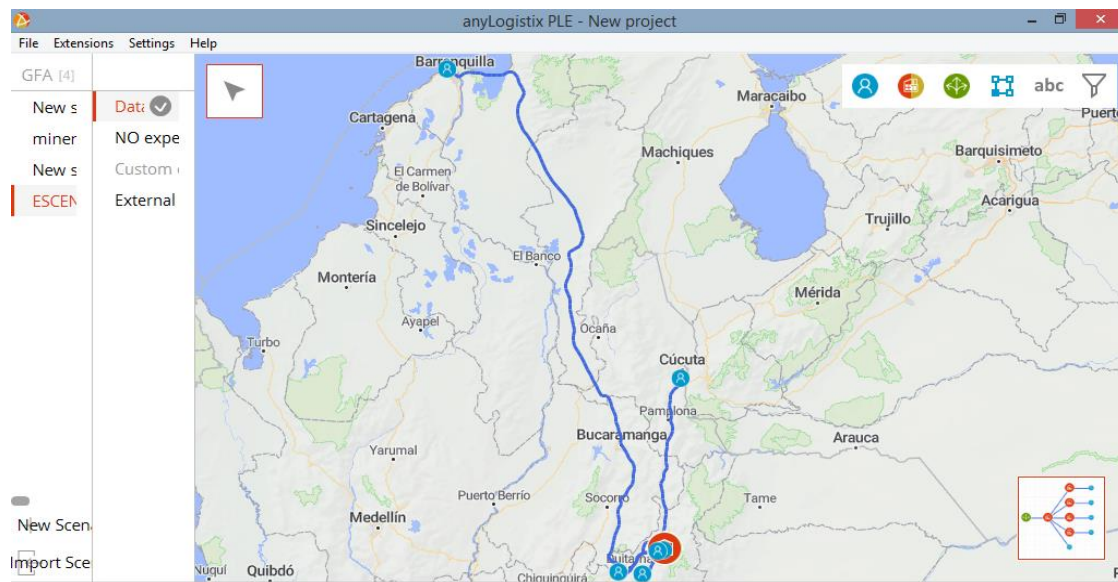


Ilustración 13, Nuevo mapa ofrecido por AnyLogistix/alx

Como se muestra en la Ilustración 13 el software AnyLogistix/alx arroja como resultado que las rutas utilizadas actualmente por la empresa Mineralex son las correctas y las más eficientes actualmente, debido a que son las rutas más cortas que los lleva a sus clientes con los menores costos y el menor tiempo posible. Por lo contrario los centros de acopio utilizados por la empresa no son los adecuados ya que al ser dos generan el doble de costos y hacen que el proceso de distribución sea más lento y menos eficiente, el software AnyLogistix/alx recomienda el uso de solamente un centro de acopio el cual estaría ubicado a cinco kilómetros aproximadamente de donde se encuentra ubicada la mina de la empresa Mineralex actualmente tal y como se muestra en la Ilustración 14.



Ilustración 14, Nueva ubicación del centro de acopio.

Para realizar la lectura de los datos acerca de los costos el software utiliza un soporte en Excel, pero este tiene un grado de dificultad alto al momento de la lectura como se muestra en la Ilustración 15 ya que sus resultados son dados en dólares y sus tablas presentan una mala organización; por eso se decidió tomar los datos que da como resultado el software y realizar un libro con los mismos pero que sea de una manera más sencilla de entender. Luego de terminar lo anterior los nuevos datos transcritos en el libro de Excel se ven de la siguiente forma (Ilustración 16).

ESCENARIO 5 - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
19	postProcessor																
20	dashboardData	Page nar	Chart typ	Accumulative	Stats nar	Layout de	Detailiza	Filters	Chart name								
21	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Flows De	0,0,12,8			Product Flows								
22	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Sites Init	12,0,12,8			Site State								
23	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Sites Fix	24,0,12,8			Other Costs								
24	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Working	0,8,12,8			Operating Sites								
25	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Storage t	12,8,12,8			Storage by Product								
26	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Productic	24,8,12,8			Production Cost								
27	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Productic	0,16,12,8			Production Flows								
28	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Multiple	12,16,12,8			Shared Flow Constraints								
29	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Multiple	24,16,12,8			Shared Storages Constraints								
30	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Demand	0,24,12,8			Demand Fulfillment								
31	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	VEHICLES	12,24,12,8			Vehicle Flows								
32	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Named E	24,24,12,8			Named Expressions								
33	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Objective	0,32,12,8			Objective Members								
34	dashboardData	All	CUSTOM	VERDADERO	Overall S	12,32,12,8			Overall Stats								
35	dashboardData	Product F	CUSTOM	VERDADERO	Flows De	0,0,36,8			Product Flows								
36	dashboardData	Site Stat	CUSTOM	VERDADERO	Sites Init	0,0,36,8			Site State								
37	dashboardData	Other Co	CUSTOM	VERDADERO	Sites Fix	0,0,36,8			Other Costs								
38	dashboardData	Operatin	CUSTOM	VERDADERO	Working	0,0,36,8			Operating Sites								
39	dashboardData	Storage t	CUSTOM	VERDADERO	Storage t	0,0,36,8			Storage by Product								
40	dashboardData	Productic	CUSTOM	VERDADERO	Productic	0,0,36,8			Production Cost								
41	dashboardData	Productic	CUSTOM	VERDADERO	Productic	0,0,36,8			Production Flows								
42	dashboardData	Shared F	CUSTOM	VERDADERO	Multiple	0,0,36,8			Shared Flow Constraints								
43	dashboardData	Shared S	CUSTOM	VERDADERO	Multiple	0,0,36,8			Shared Storages Constraints								
44	dashboardData	Demand	CUSTOM	VERDADERO	Demand	0,0,36,8			Demand Fulfillment								
45	dashboardData	Vehicle F	CUSTOM	VERDADERO	VEHICLES	0,0,36,8			Vehicle Flows								

Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows.

Ilustración 15, Datos de costos software AnyLogistix/alex

COSTOS TABLA - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

COSTO TRANSPORTE					
ORIGEN	DESTINO	KMS	CANT PEDIDO	COSO TONELADA/KM	COSTO
CD	SOCHA	1	10	\$300	\$3.000
CD	PAZ DE RIO	11	5	\$300	\$16.500
CD	SOGAMOSO	79	20	\$300	\$474.000
CD	PAIPA	73	14	\$300	\$306.600
CD	CUCUTA	372	80	\$300	\$8.928.000
CD	BARRANQUILLA	969	100	\$300	\$29.070.000

DEMANDA MENSUAL				
ORIGEN	DESTINO	KMS	PEDIDOS MENSUAL	COSTO MENSUAL
CD	SOCHA	1	6	\$18.000
CD	PAZ DE RIO	11	15	\$247.500
CD	SOGAMOSO	79	4,2	\$1.990.800
CD	PAIPA	73	2,1	\$643.860
CD	CUCUTA	372	1,1	\$9.820.800
CD	BARRANQUILLA	969	1,3	\$37.791.000

Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows.

Ilustración 16, Nueva tabla de costos

El software AnyLogistix finalmente nos da como resultado una optimización del tiempo y de los costos en el transporte del carbón de la mina a los centros de acopio y finalmente a nuestros clientes, aumentando la eficiencia y la ganancia de la empresa con tan solo datos como la demanda y ubicación de los clientes, el precio actual del carbón y los gastos utilizados en el transporte de un lugar a otro, facilitando así el cálculo de todos estos a la empresa Mineralex y haciendo que sea más competitiva antes las empresas cercanas que se dedican a la venta del carbón en la región norte de Boyacá.

11. SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS

Los indicadores de desempeño logístico son medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística. Es indispensable que toda empresa desarrolle habilidades alrededor del manejo de los indicadores de gestión logística, con el fin de poder utilizar la información resultante de manera oportuna (tomar decisiones). (Salazar, 2016)

Los indicadores de desempeño que resultaron ser los mejores y los que son más sencillos para ser manejados por la empresa Mineralex se muestran a continuación en la tabla 4. Estos indicadores fueron seleccionados con un criterio de búsqueda de que fueran sencillos de interpretar y de manejar, pero que de igual manera fueran útiles dentro de la empresa.

Los siguientes indicadores fueron tomados de las referencias de (Mora García, 2007), (Gs1, 2004) y (Salazar, 2016)

Tabla 6, Indicadores de desempeño logístico

INDICADORES DE DESEMPEÑO LOGÍSTICO		
NOMBRE	OBJETIVO	INDICADOR
Porcentaje de pedidos a tiempo (PPT)	Maximizar el porcentaje de pedidos a tiempo.	$PPT = \left(\frac{Q \text{ de pedidos facturados a tiempo}}{Q \text{ de pedidos factorurados y no factura}} \right) * 100$
Costo logístico como porcentaje de las ventas netas (PCL)	Mantener el costo logístico como porcentaje de las ventas netas.	$PCL = \left(\frac{\text{Gastos logísticos}}{\text{Ventas netas}} \right) * 100$
NOMBRE	OBJETIVO	INDICADOR
Días de Cobertura (DC)	Minimizar los días de inventario.	$DC = \left(\frac{\text{Inventario promedio al costo en el CD}}{\text{Inventario vendido real al costo}} \right)$
Capacidad de producción utilizada (CPU)	Controlar la capacidad utilizada para lograr una mejor utilización de las instalaciones de la empresa.	$CPU = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad maxima del recurso}}$

Rendimiento de maquina (RM)	Controlar los cuello de botella conociendo la capacidad utilizada de la maquina con respecto a su utilización máxima posible.	$RM = \left(\frac{\text{Numero de unidades producidas}}{\text{Capacidad maxima del recurso}} \right) * 100$
Duración del inventario (DI)	Controlar la duración del producto en el centro de acopio.	$DI = \left(\frac{\text{Inventario final}}{\text{Ventas promedio}} \right) * 30 \text{ días}$
Costos de distribución	Medir los costos de distribución que presenta la empresa en un periodo determinado.	$\frac{\text{Costo de distribución del periodo X}}{\text{Ventas netas del periodo X}}$
Plazo de aprovisionamiento (Lead Time)	Conocer el tiempo que una empresa tarda en realizar la producción de sus productos.	$\text{Fecha de recepción del pedido} - \text{Fecha de emisión del pedido}$
Costo por kilómetro (CK)	Medir el costo que se genera en un kilómetro recorrido.	$CK = \frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Kilómetros totales recorridos}}$

Estos indicadores se utilizan para ver si la empresa está realizando de forma correcta los procesos que involucran la cadena de abastecimiento o de suministro, y así mismo poder mejorar esos aspectos negativos y controlarlos de una mejor manera.

12. CONCLUSIONES

- La empresa Mineralex se encuentra ubicada en uno de las regiones que representa una extracción alta del carbón y actualmente posee una eficiente segmentación del mercado, lo que está generando que tenga un crecimiento dentro de la región y este siendo reconocida por sus productos de buena calidad.
- Las prácticas utilizadas internacionalmente son una buena guía que deben seguir las empresas colombianas para así poder mejorar sus procesos y generar mayores ganancias para ellas y un mayor reconocimiento para el país.
- Las rutas que se encuentra utilizando la empresa Mineralex son las más eficientes por lo que no se debe realizar ningún cambio en ellas, pero si se puede replantear la idea de la nueva ubicación del centro de acopio en el sitio dado por el software AnyLogistix.
- Al realizarse el diagrama de causa y efecto se pudo identificar fallas que posee la empresa que no se pueden notar tan fácilmente y que están haciendo que la empresa tenga una producción más lenta.
- El análisis FODA identifica las mejores estrategias realistas que puede manejarla empresa para terminar o lograr reducir al máximo los aspectos negativos que tiene la empresa tanto externa como internamente.

13. RECOMENDACIONES

- La búsqueda de nuevos clientes a los cuales les pueda ser útil el material estéril que se genera de la mina o el desperdicio como es conocido mayormente, es una de las formas en las cuales la empresa puede extender su segmento de mercado y puede hacer que ese saldo negativo que tiene dentro de sus estados financieros pueda reducirse al máximo y por el contrario se convierta en una ganancia tanto para la empresa como para el medio ambiente ya que no habrá residuos contaminantes.
- Se recomienda la implementación de un software que controle toda lo que involucra la cadena de suministro para que así la empresa lleve una mayor gestión en sus procesos y así mismo poder observar las fallas que se encuentran dentro de estos.

14. BIBLIOGRAFÍA

- PIRES, Silvio y CARRETERO, Luis. Gestión de la Cadena de Suministro. Mc Graw Hill, España: 2007. 258 p.
- DEL, G. y MUNDIAL, B., 2007. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de productos de metal , plástico y caucho. , pp. 1-31.
- Armas Aguirre, J. A., Torres Fuentes, P. A., & Pacheco Muñante, F. V. (2008). Tendencia y cambios en el sector minero y su impacto en las tecnologías de información mediante la aplicación de modelos de visión tecnológica.
- Baez Noguera, J. (1981). El Proyecto de EL CERREJON, 34–36.
- Briceño, M. (2012). CARACTERIZACION DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EN LAS PYMES DE LA COMUNIDAD GRAFICA IMPRESA EN COLOMBIA.
- Camacho, H., Gómez, K., & Monroy, C. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012), Megaprojects: Building Infrastructure by Fostering Engineering Collaboration, Efficient and Effective Integration and Innovative Planning*.
- CEDEX. (2011). Ficha Técnica: Cenizas Volantes De Carbón Y Cenizas De Hogar O Escorias, 1–41. Retrieved from <http://www.cedexmateriales.vsf.es/view/ficha.aspx?idresiduo=305&idmenu=304>
- Fallis, A. . (2013). No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Flórez Martínez, L. R. (2009). Propuesta de mejoramiento de la operación del centro de distribución Sodimac, a través de la distribución en planta y el rediseño de los procesos operativos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho, (1), 206.
- García, M., Quisque, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial DATA*, 6(1), 89–94. Retrieved from http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/mejora.pdf
- Gómez, M. I., Acevedo, J. A., Pardillo, Y., & Lopez, I. (2013). Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial Characterization of the Logistics and the Value Nets in Cuban Companies in Managerial Improvement. *Ingeniería Industrial*, XXXIV(2), 212–226.
- Gonzalez, M., & Ardila, D. (2014). ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGISTIOS DE DISTRIBUCION DE INVERSIONES AJOVECO S.A.
- Guadiana Medina, D. L. (1999). Sistema productivo del carbón mineral y sus residuos.
- Gutiérrez, V., Galvis, O. D., López, D. A., Mock-Kow, J. S., Zapata, I., & Vidal, C. J. (2014). ESTUDIOS GERENCIALES Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico Hospital-home health care logistics management in Valle del Cauca: Characterization and diagnosis. *Estudios Gerenciales*, 30(100), 441–450.

<https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.004>

- Initiative Global Methane. (2011). Metano de las Minas de Carbón : Reducción de las Emisiones , Avance de las Oportunidades de Recuperación y Utilización, 2030, 1–4.
- MINISTERIO, M. Y. E. (2003). Glosario Técnico Minero, 168. Retrieved from <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Ministerio de Minas y Energia. (2015). Análisis Delcomportamiento Del Pib Minero Segundo Trimestre De 2015, 1–11.
- Muñoz, A. (2014). DISEÑO DE RED LOGISTICA INTERNACIONAL PARA EL ENVIO DIRECTO DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES ENTRE DISTRIBUIDORES.
- ORTIZ, J. (2015). MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS EN EL ÁREA DE ACOPIO Y DISTRIBUCIÓN DEL CARBÓN DE LA EMPRESA AGROCOAL S.A.S UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOCHA - BOYACÁ.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2014). Indicadores De La Minería En Colombia, (69), 127. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Uribe Palomino, C. M. (2012). CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA DE LA CIUDAD DE CALI, 1–101.
- Tiempo, C. (2018). Las exportaciones de carbón habrían crecido 50% en valor. [online] Portafolio.co. Available at: <http://www.portafolio.co/economia/exportaciones-de-carbon-habrian-crecido-en-valor-513318> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Carbon-unilibre.webnode.com.co. (2018). DERIVADOS Y USOS DEL CARBON :: EL CARBON. [online] Available at: <https://carbon-unilibre.webnode.com.co/derivados-y-usos-del-carbon/> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Tiempo, C. (2016). Monitoreo inteligente a las minas de carbón. [online] El Tiempo. Available at: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16539038> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Sgs.mx. (2017). Avances en tecnologías. [online] Available at: <http://www.sgs.mx/es-es/mining/services-for-industry-challenges/advances-in-technology> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Cat.com. (2018). Cat | Cargador de Ruedas 930K | Caterpillar. [online] Available at: https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/1000016200.html [Accessed 10 Apr. 2018].
- Contratacion.sena.edu.co. (2018). [online] Available at: http://contratacion.sena.edu.co/_file/solicitudes/1288_2.pdf [Accessed 10 Apr. 2018].
- Pce-iberica.es. (2017). [online] Available at: <http://www.pce-iberica.es/hoja-datos/hoja-datos-gases-mx6.pdf> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Alertatecnica.com.pe. (2016). Campana de Manteo | Equipos de Laboratorio, minero, minería, horno de secado, plancha de calentamiento, Alerta Técnica Import, Atec, equipos para minas, maquinaria para laboratorio mina. [online] Available at: <http://alertatecnica.com.pe/atec/campana-de-manteo/> [Accessed 10 Apr. 2018].

- Fonade.gov.co. (2010). [online] Available at: http://www.fonade.gov.co/Contratos/Documentos/2053__20100903051651ANEXO%20No%2001%20ESTUDIOS%20PREVIOS%20%20SAS-069-2010.pdf [Accessed 10 Apr. 2018].
- Grupomineralex.com. (2012). Home | Grupo Empresarial MINERALEX. [online] Available at: <http://www.grupomineralex.com/web/> [Accessed 10 Apr. 2018].
- Anylogistix.com. (2017). anyLogistix: Supply Chain Optimization, Simulation & Design Software Tools. [online] Available at: <https://www.anylogistix.com/> [Accessed 15 Apr. 2018].
- Salazar, (2016). Indicadores Logísticos - KPI. [online] Available at: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/indicadores-log%C3%ADsticos-kpi/> [Accessed 15 Apr. 2018].
- Gs1. (2004). Medición indicadores de gestion logísticos. *Medición Indicadores de Gestión Logísticos*, 1–22.
- Mora García, L. A. (2007). Indicadores de la gestión logística: KPI “Los indicadores claves del desempeño logístico,” 121.
- Garza Mora, R., & Barragan Codina, J. N. (2012). La importancia de la cadena de suministro y su administración.
- Group, Q. (2018). *Estructura de la industria petrolera - QCG Precios de transferencia*. [online] Qcgpreciosdetransferencia.com. Available at: <http://qcgpreciosdetransferencia.com/Industrias/Energia/Estructura-de-la-industria-petrolera> [Accessed 2 May 2018].

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de aprovisionamiento

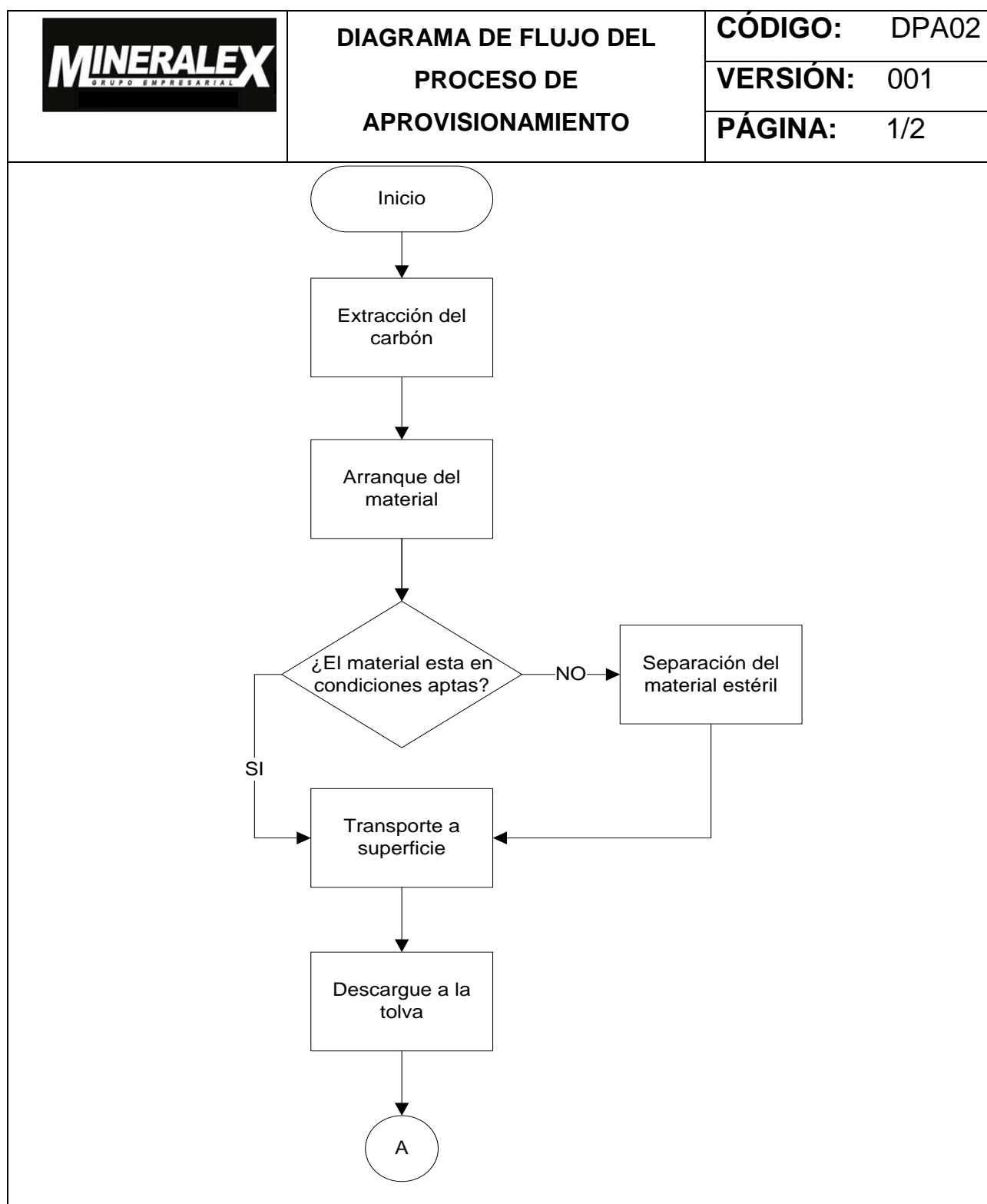


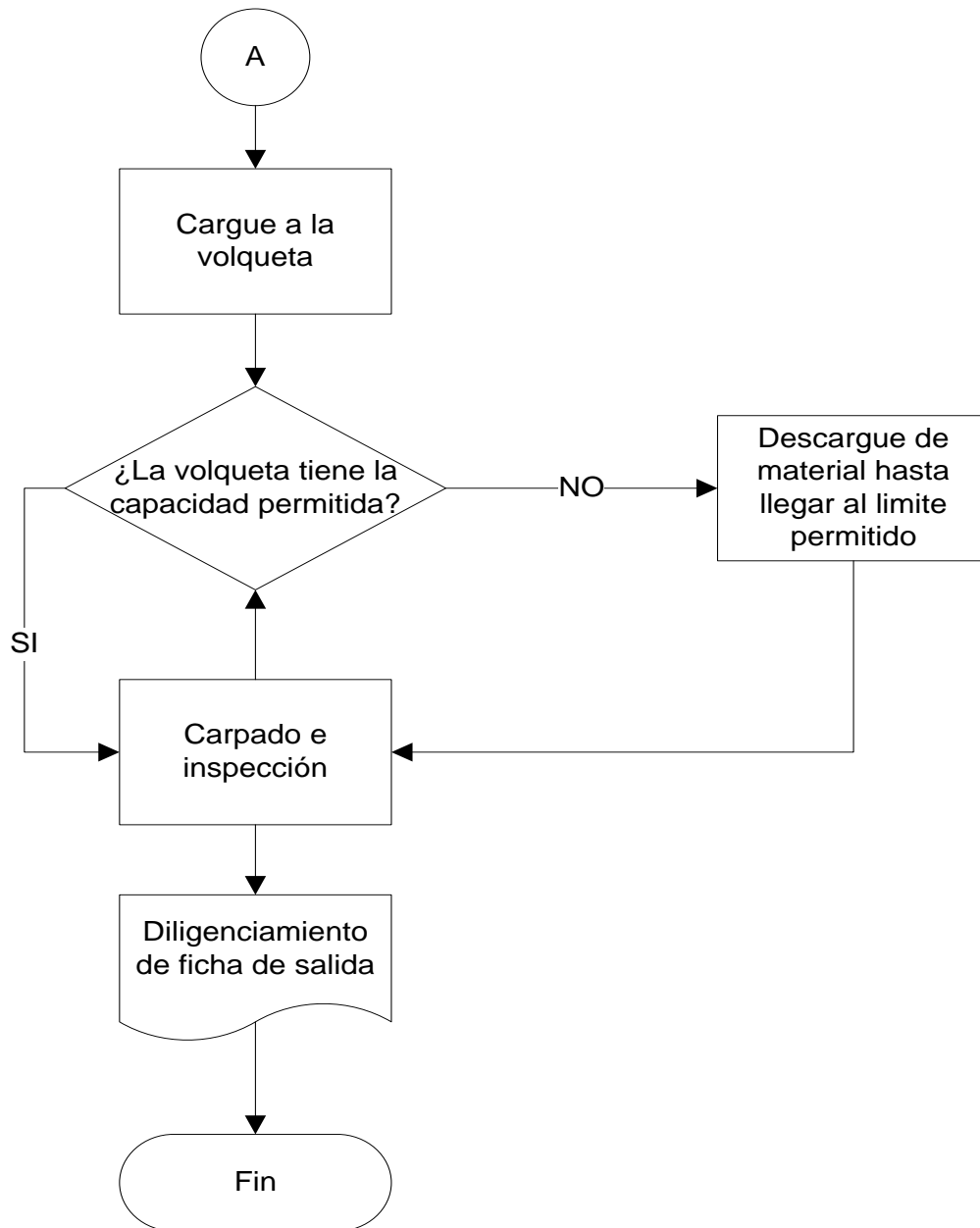


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO


CÓDIGO: DPA02

VERSIÓN: 001

PÁGINA: 2/2

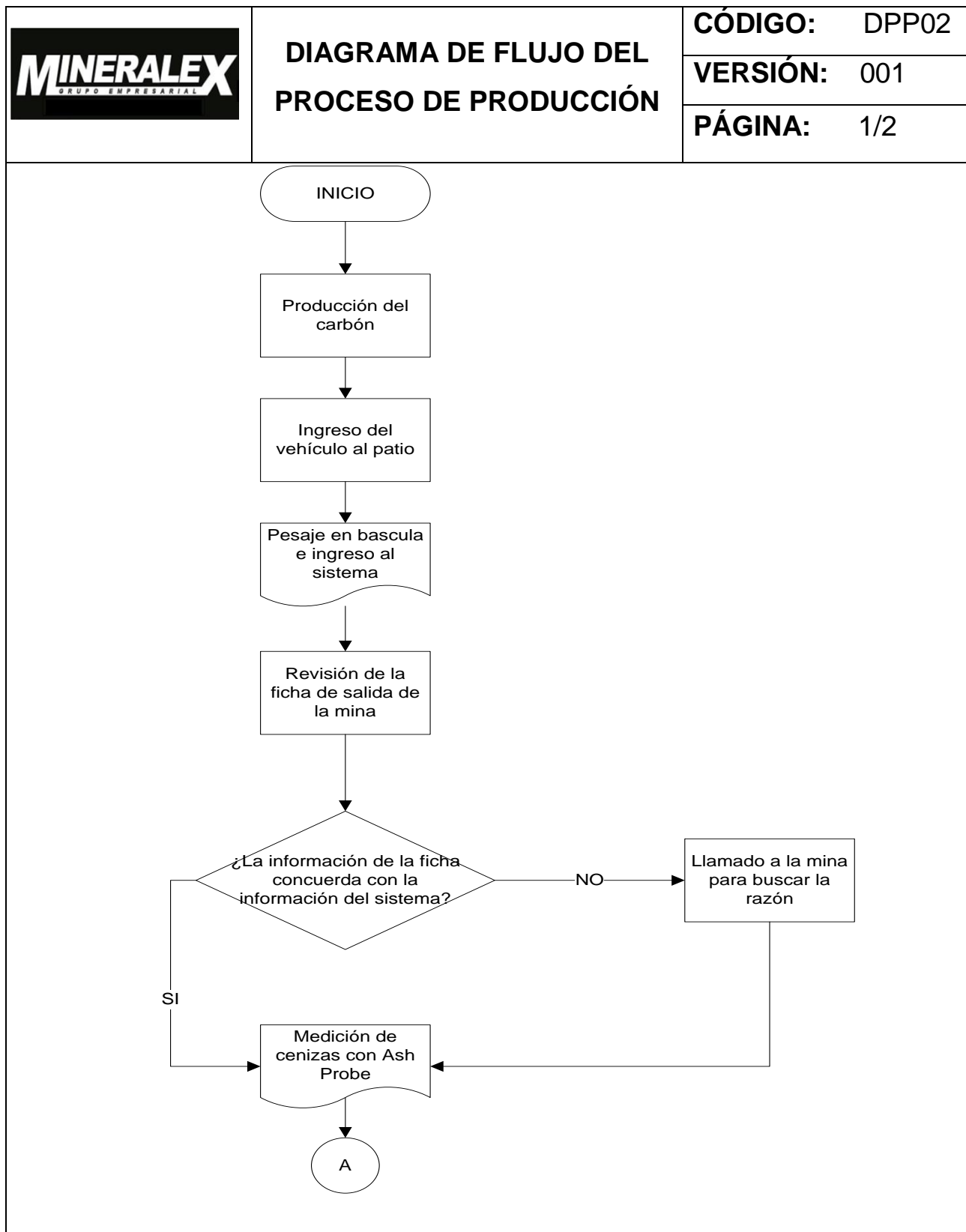


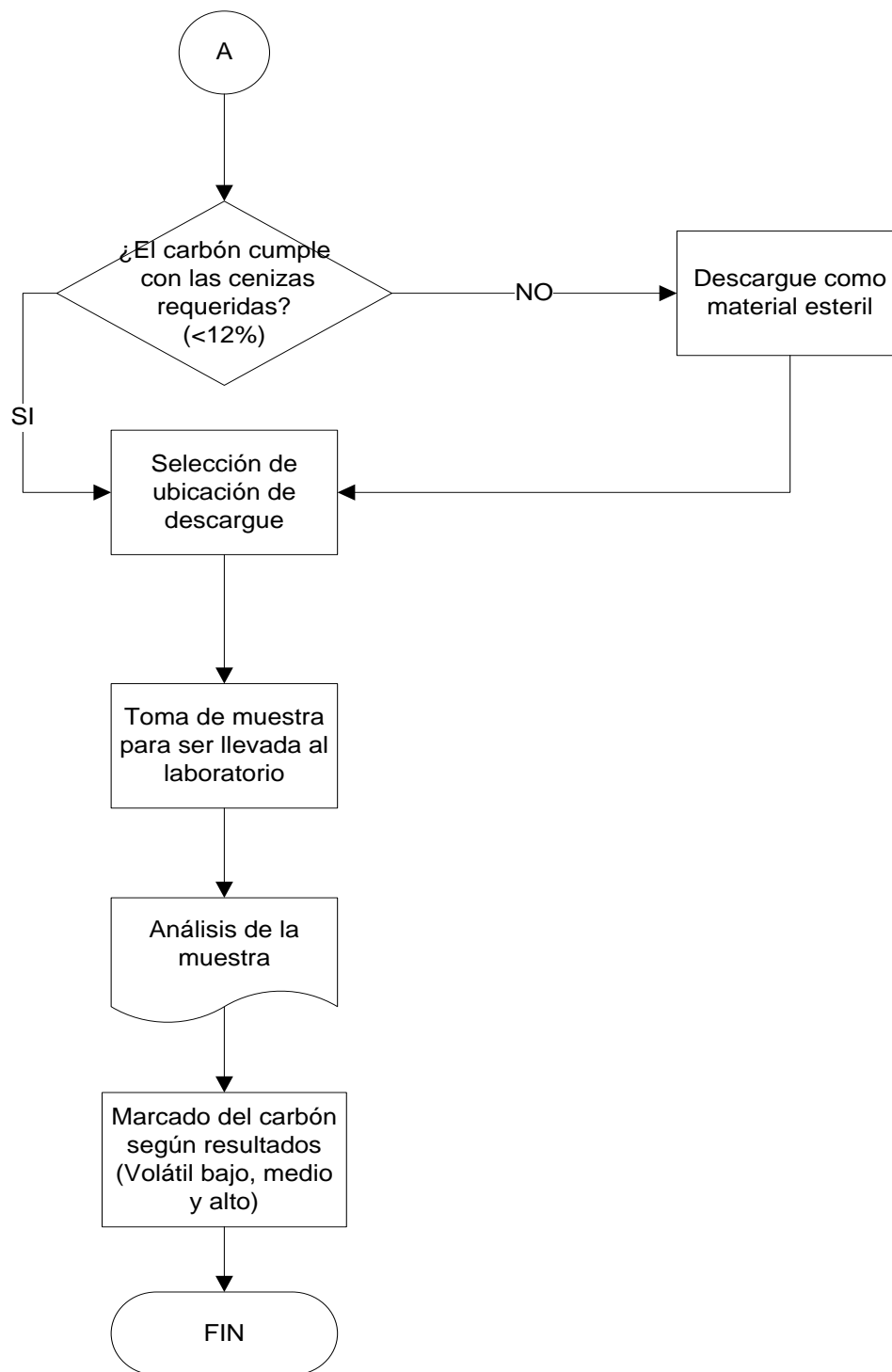
Anexo 2. Caracterización del proceso de aprovisionamiento del carbón

		CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO DEL CARBÓN			CÓDIGO: CA11
					VERSIÓN: 001
					PÁGINA: 01
OBJETIVO:	Realizar la extracción del carbón de manera eficiente y con la mejor calidad.				
ALCANCE:	Suministrar de forma adecuada el centro de acopio de la empresa con el fin de cumplir con los pedidos de los clientes.				
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	BENEFICIARIOS	
<ul style="list-style-type: none">• Mineros de los municipios aledaños	<ul style="list-style-type: none">• Pedido del cliente• Norma OHSAS 18001• Decreto 1886 de 2015	<p>Planear:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar los riesgos que pueden haber en la mina.• Programar los días de ingreso de los trabajadores a la mina.• Revisar el pedido del cliente.• Identificar la cantidad de carbón a extraer.• Revisar que los equipos de ventilación estén en correcto funcionamiento dentro de la mina.• Revisar que los EPP se encuentren en condiciones aptas. <p>Hacer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ingresar los trabajadores a la mina• Iniciar la extracción del	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de salida del vehículo	<ul style="list-style-type: none">• Centro de acopio• Vehículo de transporte• Trabajadores	


		<p>carbón.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cargar las vagonetas del transporte interno. • Hacer el transporte interno del carbón. • Intercambiar el carbón en los vagones. • Transportar el carbón a la superficie. • Descargar el carbón en la tolva. <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la cantidad de carbón extraída sea la adecuada. • Realizar la separación del material estéril. • Asegurar que los trabajadores salgan de la mina con bienestar. <p>Actuar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enviar el carbón al centro de acopio. • Mejorar continuamente el proceso de extracción del carbón. • Diligenciar la debida documentación. 		
<p>INDICADOR: 20 toneladas / día</p> <p>35 vagonetas/ mina</p>		<p>RESPONSABLE: Ingeniero de Producción</p>		

Anexo 3. Diagrama de flujo del proceso de producción



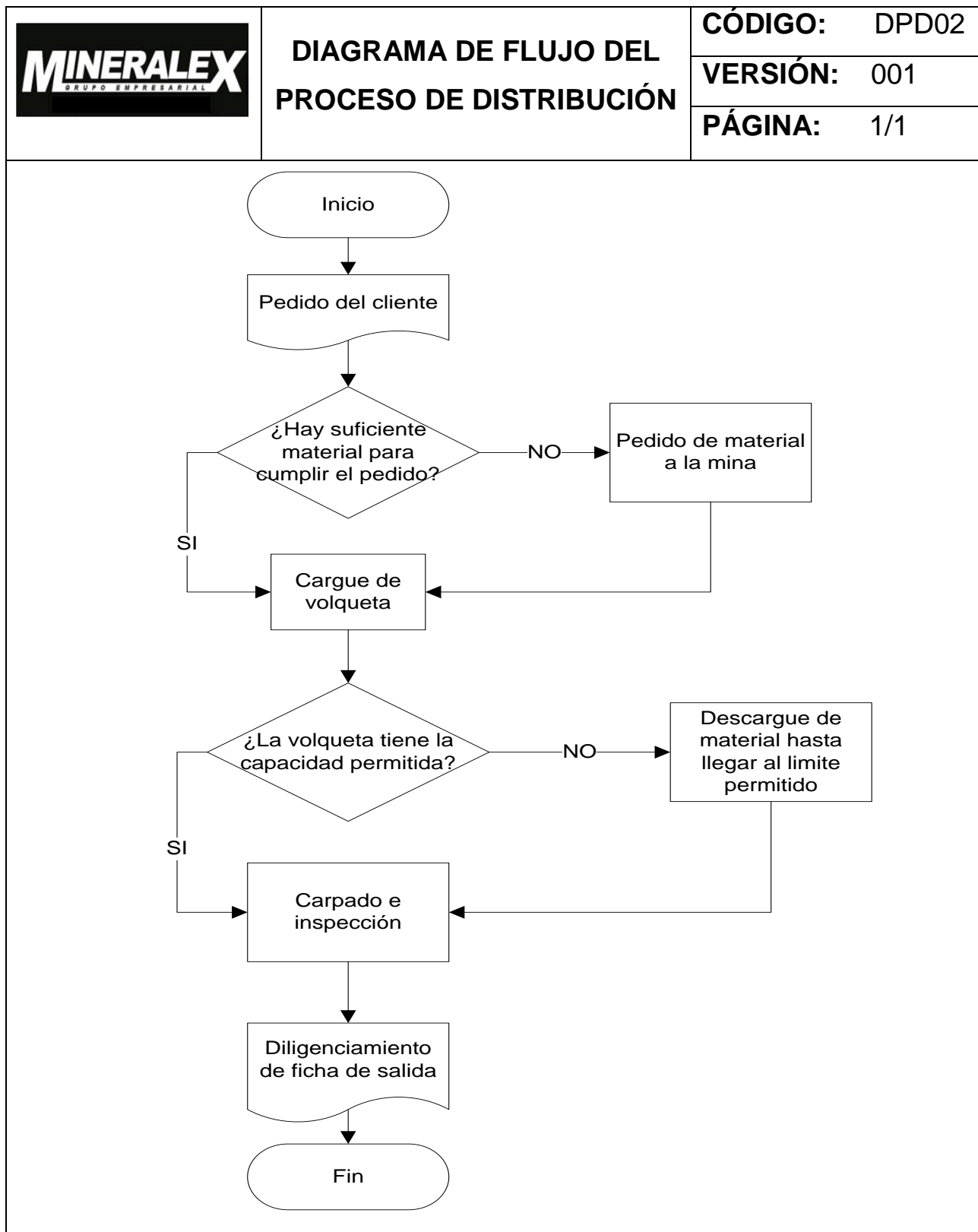


Anexo 4. Caracterización del proceso de producción del carbón


		CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARBÓN			CÓDIGO: CP12
					VERSIÓN: 001
					PÁGINA: 01
OBJETIVO:	Separar el carbón que proviene de la mina en los tres diferentes tipos que ofrece la empresa.				
ALCANCE:	Organizar los tres patios que tiene el centro de acopio con los diferentes tipos de carbón con su debida documentación y control de los mismos.				
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	BENEFICIARIOS	
<ul style="list-style-type: none">• Mina• Carbón• Trabajadores	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de salida de la mina• Norma OHSAS 18001• Datos del conductor	<p>Planear:</p> <ul style="list-style-type: none">• Revisar pedido del cliente• Comprobar la cantidad de carbón que hay de cada tipo.• Identificar la cantidad de vehículos que llegaran ese día.• Revisar que la maquinaria esté funcionando correctamente. <p>Hacer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pesar el vehículo al momento de su llegada.• Recibir la ficha de salida dada al conductor en la mina.• Guardar la debida información.• Tomar la cantidad de	<ul style="list-style-type: none">• Datos guardados en el software• Recibo de Ash Probe• Resultados de laboratorio• Documento del stock del centro de acopio	<ul style="list-style-type: none">• Datos guardados en el software• Recibo de Ash Probe• Resultados de laboratorio• Documento del stock del centro de acopio	

		<p>ceniza que trae el carbón.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descargar el vehículo en uno de los patios. • Dar salida al vehículo. <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomar una muestra del carbón • Realizar la correspondiente prueba en laboratorio. <p>Actuar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar los resultados. • Mover el carbón al patio de su debido tipo. • Realizar las diferentes mezclas si es necesario. 		
INDICADOR: Toneladas recibidas/vehículos de transporte			RESPONSABLE: Supervisor centro de acopio	

Anexo 5. Diagrama de flujo del proceso de distribución



Anexo 6. Caracterización del proceso de distribución del carbón

		CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DEL CARBÓN		CÓDIGO: CD13
				VERSIÓN: 001
				PÁGINA: 01
OBJETIVO:	Realizar la correcta distribución del carbón en el menor tiempo posible.			
ALCANCE:	Llevar un seguimiento de las entregas a los clientes, la cantidad de material que sale de la empresa y las rutas que son utilizadas por los vehículos.			
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	BENEFICIARIOS
	<ul style="list-style-type: none">• Pedido del cliente• Resultados de laboratorio• Documento del stock del centro de acopio• Resolución 004100 de 2004	<p>Planear:</p> <ul style="list-style-type: none">• Revisar el pedido del cliente• Comprobar que haya suficiente material para cumplirlo• Verificar que haya un vehículo disponible para el transporte• Comprobar que el vehículo tenga toda la reglamentación <p>Hacer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar el patio que tenga el carbón con las especificaciones del cliente• Mover el carbón• Cargar el vehículo para el transporte• Pesar el vehículo	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de salida del centro de acopio• Documento del stock en el centro de acopio	

		Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Revisar que el vehículo tenga la cantidad de carbón adecuada • Comprobar que el vehículo no lleve sobrepeso Actuar: <ul style="list-style-type: none"> • Diligenciar la ficha de salida del vehículo • Carpar y sellar el vehículo • Despachar el vehículo por la ruta más cercana 		
INDICADOR: Toneladas en centro de acopio / día		RESPONSABLE: Supervisor centro de acopio		

Anexo 7. Ficha técnica cargador de ruedas pequeño 930k cat

Tabla 3, Ficha técnica cargador (Cat; 2017)

	FICHA TÉCNICA CARGADOR DE RUEDAS PEQUEÑO 930K CAT	CÓDIGO: FTC2
		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
MOTOR		
Potencia bruta máxima	119.0 kg/mm	
Modelo de motor	C7.1 ACERT™ Cat®	
Potencia bruta máxima a 1.600 rpm: ISO 14396 (DIN) (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	113.0 kg/mm	
Potencia bruta máxima a 1.600 rpm: ISO 14396 (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	113.0 kg/mm	
Potencia neta nominal	116.0 kg/mm	
Potencia neta nominal a 1.600 rpm: SAE J1349 (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	110.0 kg/mm	
Cilindrada (modalidad de potencia de rendimiento: gama de velocidad 1-4)	7.01 l	
Cilindrada (modalidad de potencia	7.01 l	

estándar: gama de velocidad 1-3*)	
Emisiones	El motor cumple con las normas de emisiones equivalentes a Tier 3/Stage IIIA.
NOTA	La potencia de la gama 4 recibe un refuerzo para igualar la potencia de la modalidad de rendimiento.
Par bruto máximo: ISO 14396 (modalidad de potencia de rendimiento: gama de velocidad 1-4)	787.0 N·m
Par bruto máximo: ISO 14396 (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	787.0 N·m
Par neto máximo: ISO 9249 (1977)/EEC 80/1269 (modalidad de potencia de rendimiento: gama de velocidad 1-4)	761.0 N·m
Par neto máximo: ISO 9249 (1977)/EEC 80/1269 (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	761.0 N·m
Par neto máximo: SAE J1349 (modalidad de potencia de rendimiento: gama de velocidad 1-4)	753.0 N·m
Par neto máximo: SAE J1349 (modalidad de potencia estándar: gama de velocidad 1-3*)	753.0 N·m
Potencia bruta máxima a 1.800 rpm: ISO 14396 (DIN) (modalidad de potencia de rendimiento: gama de velocidad 1-4)	119.0 kg/mm
CUCHARONES	
Capacidades del cucharón	2,1 a 2,7 m3 (2,7 a 3,5 yd3)
Capacidades de cucharón: material liviano	3,1 a 5,0 m3 (4,0 a-6,5 yd3)
Capacidades del cucharón: uso general	2,1 a 2,7 m3 (2,7 a 3,5 yd3)
PESOS	
Peso en orden de trabajo	13135.0 null
TRANSMISIÓN	
NOTA	El control de movimiento ultralento permite ajustar la gama de velocidad de 1 km/h (0,6 mph) a 13 km/h (8 mph) en la gama 1 a través de la pantalla secundaria.
Avance y retroceso: gama 1	1 a13 km/h (0,6 a 8 mph)
Avance y retroceso: gama 2	13.0 km/h

Avance y retroceso: gama 3	27.0 km/h
Avance y retroceso: gama 4	40.0 km/h
NOTA	El valor predeterminado de fábrica es de 7 km/h (4,4 mph).
CABINA	
ROPS	SAE J1040 MAY94, ISO 3471:1994
FOPS	SAE J/ISO 3449 APR98, nivel II, ISO 3449 1992 nivel II
DIRECCIÓN	
Flujo máximo: bomba de la dirección	130.0 l/min
Número de giros del volante de dirección: completamente a la izquierda hasta completamente a la derecha o completamente a la derecha hasta completamente a la izquierda	3.5 giros
Par máximo de dirección: 0° (máquina en línea recta)	50375.0 N·m
Par máximo de dirección: 40° (vuelta completa)	37620.0 N·m
Presión de trabajo máxima: bomba de la dirección	24130.0 kPa
Tiempos de ciclo de la dirección (totalmente a la izquierda a totalmente a la derecha): 1.800 rpm: velocidad del volante de dirección de 90 rpm	2.4 Segundos
Ángulo de articulación de la dirección (en cada dirección)	40°
EJES	
Delantero	Fijo, diferencial abierto (estándar); diferencial de bloqueo (optativo)
Trasero	Oscilante ±11 grados; diferencial abierto (estándar); diferencial de patinaje limitado (optativo en algunas regiones)
NEUMÁTICOS	
Las demás opciones varían según la región: (1)	20.5 R25, radial (L-2); 20.5-25 16PR (L-5); 20.5 R25, radial (L-5); 600/65 R25 radial (L-3)
Las demás opciones varían según la región: (2)	20.5-25 12PR (L-2); arrastrador de troncos/agricultura; 20.5-25 12PR (L-3); Flexport™ Gen II

NOTA	Hay otras opciones de neumáticos disponibles. Comuníquese con su distribuidor de Cat para obtener más detalles.
NOTA	En algunas aplicaciones, la capacidad de producción del cargador puede superar la capacidad de toneladas métricas-km/h (ton EE.UU.-mph) de los neumáticos.
NOTA	Caterpillar recomienda que solicite la ayuda de un proveedor de neumáticos para evaluar todas las condiciones antes de seleccionar el modelo de neumático.
Tamaño estándar	20.5 R25, radial (L-3)
SISTEMA HIDRÁULICO DEL CARGADOR	
Flujo máximo: bomba del implemento	190.0 l/min
Flujo máximo: bomba del implemento: flujo máximo de la 3ª función*	190.0 l/min
Flujo máximo: bomba del implemento: flujo máximo de la 4ª función*	150.0 l/min
Presión de alivio, cilindro de inclinación: 3ra función Presión máxima de trabajo	25000.0 kPa
Presión de alivio, cilindro de inclinación: 4ta función Presión máxima de trabajo	25000.0 kPa
Presión de alivio: cilindro de inclinación	28000.0 kPa
Presión de trabajo máxima: bomba del implemento	25000.0 kPa
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad de rendimiento a 1.800 rpm: descarga (a la altura de levantamiento máximo)	1.5 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad de rendimiento a 1.800 rpm: descenso libre (de levantamiento máximo a nivel del suelo)	2.7 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad de rendimiento a 1.800 rpm: levantamiento (de nivel del suelo a levantamiento máximo)	5.1 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad de rendimiento a 1.800 rpm: tiempo total del ciclo	9.3 Segundos

Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad estándar a 1.600 rpm: descarga (a la altura de levantamiento máximo)	1.7 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad estándar a 1.600 rpm: descenso libre (de levantamiento máximo a nivel del suelo)	2.7 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad estándar a 1.600 rpm: levantamiento (de nivel del suelo a levantamiento máximo)	5.7 Segundos
Tiempos de ciclo hidráulico: modalidad estándar a 1.600 rpm: tiempo total del ciclo	10.1 Segundos

Anexo 8. Ficha técnica balanza

Tabla 4, Ficha Técnica Balanza (Sena; 2017)

	FICHA TÉCNICA BALANZA ELECTRÓNICA	CÓDIGO: FTB3
		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Características	Balanza con soporte verificable, sólido, gran plataforma, interfaz RS 232, se puede utilizar directamente con el software para envíos de DHL o GLS. La balanza con soporte PCE-PM es una balanza industrial verificable con una sólida base de acero lacado y con	

	<p>una plataforma de acero noble. El terminal de manejo está montado en la balanza con soporte, pero lo puede colocar donde desee, en la pared o en un trípode.</p> <p>Gracias a la verificación, esta balanza con soporte está autorizada como balanza comercial. La verificación de la balanza con soporte se realiza en el organismo competente en verificaciones según la clase comercial M III. La balanza con soporte se puede utilizar también como balanza no verificada. Por ello le ofrecemos por ejemplo un certificado ISO para la balanza con soporte como componente opcional. Este documento de calibración certifica la recuperación de los valores de medición con respecto al patrón normal nacional y sirve por tanto para cumplir con su ISO.</p>
Datos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad Máximo 60 kg. • Función de cómputo de piezas, con número de piezas de referencia de 5 o 50 piezas, por ejemplo. • Función de puesta a cero automática • Tara en todo el rango • 4 pies en forma de tornillos ajustables • Nivel para colocar la balanza con exactitud • Rápido tiempo de estabilización • Plataforma de acero noble • Sólida base de acero (lacado) • Interfaz de datos RS 232 • Posibilidad de verificación según la clase M III • Certificado ISO opcional (p.e. para cumplir con su DIN ISO 9000)
Accesorios	<p>Pantalla de la balanza con soporte; Rango de Pesado: Máximo 60 kg. ; Carga mínima de 400 gramos; peso neto aproximado: 12kg. ; plato de pesado: 400mm.por 400mm.</p>
Garantía	<p>Mínima por 2 años contra defectos de manufactura y características técnicas.</p>

Anexo 9. Ficha técnica multidetector de gases

Tabla 5, Ficha técnica multidetector (Pce; 2017)

	FICHA TÉCNICA MULTIDETECTOR DE GASES	CÓDIGO: FTV4
		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
<div></div>		
Alarma acústicas	<ul style="list-style-type: none">• 95 dB (A) a 1 m de distancia• Aviso acústico de control, se puede desconectar la función	
Alarma óptica	<ul style="list-style-type: none">• LED intermitentes muy luminosos• Pantalla intermitente• El color de escritura cambia a rojo	
Alarma de vibración	Además de la alarma acústica y óptica, el analizador de gas también vibra	
Pantalla	Pantalla LCD a color y gráfica STN	
Memoria	<ul style="list-style-type: none">• Memorización cada minuto de los valores de medición• Registro de todas las alarmas, etc. - Mín.365 días	

Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulador litio (Li-Ion) (24 horas) • Acumulador litio (Li-Ion) con duración aumentada (36 horas) Baterías alcalinas AA (10,5 horas)
Carcasa	IP 65/67
Dimensiones	135 x 77 x 43 mm (alto x ancho x profundo) Versión por difusión
Peso	409g
Condiciones ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • 20 °C ... 55 °C • 15 % ... 95 % H.r. sin condensar
Estándares / normativas	EN 60079-0:2004, EN 50020:2002 EN 50018:2000, EN 60529:1991
Autorización	<ul style="list-style-type: none"> • IECEx/ATEX: - Seguridad intrínseca: EEx ia d IIC T4 Grupo del equipo y categoría: II 2 G UL: • Clase I, grupos A, B, C, D T4; AEx ia d IIC T4 CSA: - Clase I, grupos A, B, C, D T4 (registrado) MSHA: • CFR30, sección 18 y 22, intrínsecamente seguro para metano / mezclas (registrado)
Interfaz para PC	Infrarrojo Los valores pueden ser leídos con el accesorio opcional Datalink o mediante el cargador con función de traspaso de datos
Mantenimiento y recalibración	Puede enviarnos su analizador de gas (según su manual de normativas ISO) para su mantenimiento y calibración (p.e. cada medio año). El analizador de gas será desarmado, limpiado y recalibrado. En caso que un sensor no pueda ser calibrado o su tiempo de funcionamiento se haya extinguido, le informaremos sobre la situación. Tenemos en nuestro catálogo sensores de respuesto
<p>Este analizador de gas está autorizado según la normativa ATEX. ¿Qué significa? La directiva de productos ATEX (también conocida extraoficialmente como "ATEX 95" debido al relevante artículo 95 del Tratado CE del libre tráfico de mercancías) del Parlamento Europeo y del Comité permanente de aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas fija las normativas para la introducción en el mercado de productos que se usarán en tales ambientes. La directiva contiene en el apéndice II las disposiciones básicas de salud y seguridad que deben ser observadas por el fabricante y certificadas por un procedimiento de evaluación de la conformidad.</p>	

Anexo 10. Ficha técnica volqueta doble troqué 20 toneladas

Tabla 6, Ficha técnica volqueta (Fonade; 2010)

	FICHA TÉCNICA VOLQUETA DOBLE		CÓDIGO: FTM5
	TROQUÉ 20 TONELADAS		VERSIÓN: 001
			PÁGINA: 01
			
MOTOR			
Cummins	ISM 350V/335 HP 2100 RPM/ 1450LbFt 1200RPM		
CAJA DE VELOCIDADES			
Caja	Fuller FRO 14210 C (10velocidades)		
Embrague	Eaton 7 resortes 4 palas cerámico 1650 lp Kit de engrase		
Cardán	Heavy Duty		
Enfriador aceite	Para caja de velocidades FRO		
EJE DELANTERO			
Eje	Meritor FG 941 20.000 LBS		
Frenos	Blendix ES 16.5x6IN 20.000 KLB		

Campanas	En hierro
Raches	De frenos autoajustables Haldex
Cubos	En acero para 20.000 Lbs. Rodamiento grande
Suspensión	Muelles sección var. inc./amotigs 20Klb. 64".
Amortiguadores	Heavy Duty
CHASIS	
Medidas	Acero termotratado 10 ¾" 285-336 PLG
Bomper	Canal de acero
Refuerzo total	10 ¾"
Puentes de chasis	De alta resistencia
Tanque combustible	En aluminio. 100 galones Bajo cabina L-D
Caja de baterías	Montada L- I bajo cabina. Estribo sobre tanque de combustible (1) al L-D
EJE TRASERO	
Eje	Meritor RT46-164 PEH 46Klb Tandem Candado diferencial en ambos ejes.
Frenos	Blendix ES 16.5x7plg 46 KLB Tandem
Suspensión	Hendrickson RT 523 de 52 Klb. Candado diferencial 40k a 58KI
LLANTAS Y RINES	
Llantas delanteras	Bridgestone M860 315/80 R 22.5
Llantas traseras	Bridgestone M843 12R 22.5
Rin disco trasero	(8) En acero 22.5 x 8.25
VOLCO GALLEGOS	
Caja de volco	PIRAÑA V14 de 14m3. Costillas laterales calibre 3/16" en lámina.
Batea y piso	Pieza-ancho de unidad A-36 Cal 1/4
Puerta trasera	Reforzada con palometas de acción neumática.
Controles	Controles de equipo hidráulico dentro de la cabina.
Gato telescopio	Cilindro Hidraulico piston Telescopio
VOLCO opcional	Roquero en Acero Hardox, 450 calibre 1/4